Szintigraphische Untersuchung eines neurologisch - psychiatrischen Krankengutes

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

vorgelegt von

Franz Ohlmann

Saarbrücken

1970

Druck:
Universitätsbibliothek Saarbrücken

AUS DER NERVENKLINIK DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES
Direktor: Professor Dr.med. H.-H. MEYER

SZINTIGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG EINES NEUROLOGISCH - PSYCHIATRISCHEN KRANKENGUTES

I N A U G U R A L D I S S E R T A T I O N
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE DER
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

1 9 7 0

vorgelegt von
Franz OHLMANN
geb. am 2o. August 1942 in Gronig / St. Wendel

Dekan: Professor Dr.med. G. DHOM
Referent: Priv.-Doz. Dr.med. E. SCHMIDT-WITTKAMP

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Tag der mündlichen Prüfung : 9. 6. 1970

MEINEN ELTERN IN DANKBARKEIT GEWIDMET

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	EINLEITUNG	5
	Der heutige Stand der Hirnszintigraphie und deren Probleme	5
	Untersuchungsmethoden und Radionuklide	8
II.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	21
	A. Die Szintigraphie bei Hirntumoren	24
	Glioblastoma multiforme	24
	Astrozytom	28
	Medulloblastom	32
	Oligodendrogliom	33
	Spongioblastom	36
	Ependymom	37
	Unklassifizierbare Gliome	38
	ZUSAMMENFASSUNG: Die Gliome und ihre Nachweisbarkeit im Szintigramm	4o
	Meningeom	45
	Neurinom	49
	Hypophysentumor	51
	Pinealom	53
	Seltene primäre Hirntumoren	54
	Hirnmetastasen	56
	Tumoren ohne Artdiagnose	59
	Untersuchungen nach Resektion eines Tumors	63
	Verdacht auf Tumor	65
	ZUSAMMENFASSUNG: Die Hirntumoren und ihre Nachweisbarkeit im Szintigramm	66

Seite

B. Die Hirnszintigraphie bei Gefäßleiden 76

Subarachnoidalblutung 76
Intracerebrale Blutung 78
Subdurale Blutung 85
Encephalomalacien 91
Entzündliche Gefäßleiden 1o9
Gefäßmißbildungen 11o
1. Hämangiome 11o
2. Aneurysmen 114

ZUSAMMENFASSUNG: Gefäßleiden und ihre Nachweisbarkeit im Szintigramm 116

C. Die Hirnszintigraphie bei anderen neurologischen Erkrankungen 128

Hirnabszesse 129
Syphilitische Erkrankungen 131
Meningitiden 132
Herpes Zoster 133
Andere infektiöse Erkrankungen des ZNS 134
Systematische Degenerationen des Nervensystems 137
Extrapyramidale Erkrankungen 138
Verletzungen des Gehirns sowie Folgezustände 138
Endokrine Störungen 14o
Kopfschmerzen 14o
Menière-Syndrom 141
Epilepsien 142
Andere neurologische Erkrankungen 143

ZUSAMMENFASSUNG: Die Hirnszintigraphie bei neurologischen Erkrankungen außer Hirntumoren und primären Gefäßleiden 144

Seite

D. Die Hirnszintigraphie bei psychiatrischen Erkrankungen 148

Schizophrenie 148
Psychopathische Persönlichkeiten 148
Zyklothymien 15o
Psychische Störungen bei Hirnprozessen im mittleren und höheren Lebensalter 15o
Schwachsinn 151
Intoxikationspsychosen 152

ZUSAMMENFASSUNG: Psychiatrische Erkrankungen und ihre Nachweisbarkeit im Szintigramm 153

III. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION 156

IV. LITERATURVERZEICHNIS 164

I. EINLEITUNG

Der heutige Stand der Hirnszintigraphie und deren Probleme.

Die moderne Nuklearmedizin ist ein deutlicher Beweis für die tiefe Verflechtung von Medizin, Physik und Chemie. Therapie und Diagnostik mit natürlichen und künstlichen Radionukliden haben sich mit den Fortschritten der modernen Physik und Chemie zu wichtigen Methoden in der Medizin entwickelt, Methoden, die nicht mehr durch die Medizin allein, sondern nur noch in Verbindung mit der Naturwissenschaft verfeinert und vervollkommnet werden können.

Während die Therapie mit radioaktiven Substanzen verhältnismäßig früh angewandt wurde, (Mesothorium 1905) begann die diagnostische Anwendung erst mit der Entdeckung der künstlichen Radioisotopen durch das Ehepaar CURIE 1934. Seit dieser Zeit wurde unablässig nach neuen Verfahren gesucht, die Radioaktivität der Medizin nutzbar zu machen.

Der Diagnostik mit Radioisotopen stehen heute 2 Gebiete offen: Einmal die Funktionsdiagnostik, wobei - in Abhängigkeit mit der Zeit - der Weg des applizierten Testpräparates in Körperorganen, Körperflüssigkeiten und Ausscheidungen verfolgt wird; zum anderen die Lokalisationsdiagnostik, bei der die Verteilung gewisser Präparate in geschädigten

Geweben benutzt wird, um diese Organe bzw. deren geschädigte Gewebsanteile darzustellen.

Grundlage für die c e r e b r a l e D i a g n o s t i k mit radioaktiven Präparaten waren die Beobachtungen von GOLDMANN (1913) und WASSERMANN (1911), wonach saure Farbstoffe im Gegensatz zu basischen die intakte Bluthirnschranke nicht passieren können. Erst bei Vorliegen einer Schrankenstörung, können auch saure Farbstoffe in geschädigte Areale einströmen.

MOORE (1947/1948) baute auf diesen Beobachtungen auf. Durch intravenöse Gabe des sauren Farbstoffes Na - Fluoreszein nahm er eine Vitalfärbung von Tumoren vor. Das Tumorgewebe wurde dadurch markiert und konnte als solches mit einer Quecksilberlampe identifiziert werden. Um diese Erkenntnis auch für den extrakraniellen präoperativen Tumornachweis nutzbar zu machen, markierte MOORE (1948) das Fluoreszein mit Jod ^{131} und versuchte durch den Nachweis der Gammastrahlung Tumore zu lokalisieren.

In der Folgezeit wurden die technischen Apparaturen zum Nachweis der Strahlung verbessert, mit radioaktiven Isotopen markierte organische und anorganische Verbindungen wurden gesucht und getestet.

Dabei zeigte sich, daß sowohl die physikalischen Eigen-

schaften eines Isotops, als auch die biochemischen Eigenschaften der Trägersubstanzen wesentliche Bedeutung haben. Nach WILCKE (1966) und SCHMIDT-WITTKAMP (1968) ergeben sich wichtige Charakteristika:

Die Radionuklidverbindung muß stabil sein, die ausgestrahlte Gammaenergie soll 1oo keV nicht unterschreiten und 5oo keV nicht überschreiten. Energien unter 1oo keV sind mit den gebräuchlichen Szintillationszählern nur schlecht nachweisbar und tief im Hirn liegende Speicherungszonen werden übersehen. Bei einer Energie über 5oo keV werden die Abschirmvorrichtungen zu aufwendig, so daß ein Arbeiten mit Vielkanalkollimatoren nicht mehr möglich ist. Das Radioisotop soll eine möglichst reine Gammastrahlung aussenden, da Betastrahlen wegen der geringen Reichweite bereits im Gewebe absorbiert werden und somit ohne jeglichen diagnostischen Effekt die Strahlenbelastung erhöhen. Das Radiopharmakon soll sich im Tumor möglichst stark und dicht anreichern, im gesunden Gewebe allerdings rasch abfluten, so daß die resultierende Differenz - Konzentration ein Vielfaches von der Konzentration des umgebenden Gewebes beträgt.

Die Affinität des Radiopharmakons soll in der Muskulatur gering sein, um Fehlinterpretationen und Störungen durch Überlagerungen auszuschalten, was vor allem in der Temporalregion und der hinteren Schädelgrube wichtig ist.

Auch soll die Verweildauer des Radioisotops ausreichend lang sein, um eine Untersuchung unter gleichen Bedingungen zu gewährleisten. Die Verteilung der Radioaktivität im Körper soll so sein, daß das kritische Organ kein lebenswichtiges Organ ist. Die biologische Halbwertszeit soll kurz sein, um so die Strahlenbelastung des Gesamtorganismus und des kritischen Organs zu verringern.

SCHMIDT-WITTKAMP (1967/1968) weist darauf hin, daß die Wahl des Isotops darüberhinaus der zu erwartenden Läsion angepaßt werden muß, das heißt: Es muß überprüft werden, ob es bestimmte Indikationen für die einzelnen Radiopharmaka gibt.

Untersuchungsmethoden und Radionuklide.

Je nach Strahlenqualität unterscheidet man zwischen Betastrahlern, Positronenstrahlern und Gammastrahlern.

Die Diagnostik mit betastrahlenden Substanzen ist jedoch nur intracraniell möglich und somit nur begrenzt brauchbar. Die Diagnostik mit Positronenstrahlern bedarf eines hohen apparativen Aufwandes, ist nur bei intracraniellen Läsionen zu verwenden und findet deshalb nur in wenigen Instituten Verwendung.

Dagegen hat die Diagnostik mit Gamma-Strahlern rasch eine sehr weite Verwendung gefunden. Der Nachweis der Gamma-Strahlung kann nach verschiedenen Methoden erfolgen.

Die N o r m a l m e t h o d e ist eine Digitalmethode, wobei die Radioaktivität über zahlreichen symmetrischen Punkten des Schädels gemessen wird. Die Meßergebnisse werden graphisch in Form einer Differenz - Prozentkurve aufgezeichnet. Die Methode ist nicht aufwendig. Die Auswertung ist jedoch etwas langwierig und bedarf gewisser Erfahrungen. Die Ergebnisse, die man mit dieser Methode erzielt, entsprechen den Ergebnissen der übrigen Methoden. (PLANIOL, 1957, 1963; WENDE, 1963; WILCKE, 1966).

Die R a d i a l m e t h o d e - von REID und JOHNS 1958 entwickelt - ermöglicht eine automatische Registrierung der Aktivität. Dabei werden 2 gekoppelte Zählrohrsonden so um den Schädel bewegt, daß die Symmetrielinie immer zum Schädelmittelpunkt zeigt. Bei Erreichen einer gewissen Impulsrate wird in Form von rechts oder links geneigten Marken registriert, je nach Überwiegen einer Seite. Die Szintigramme sind jedoch unübersichtlich, so daß die Auswertung ebenfalls einer größeren Erfahrung bedarf.

Die heute gebräuchlichste Methode ist die O r t h o g o n a l m e t h o d e. Dabei bewegt sich der Zähler in gleich-

bleibendem Abstand orthogonal zu der Frontal- oder Sagittalebene. Die Registrierung kann durch punktförmige Belichtung eines Filmes (Photoscan) oder durch Aufdrucken von Punkten oder Strichen (Dot-, Strichscan) erfolgen. Um die Lesbarkeit der Szintigramme zu erhöhen, wurde die Farbszintigraphie entwickelt. Es wurden Geräte konstruiert, bei denen die Aktivitätskonzentration durch verschiedene Farben veranschaulicht werden. Die maximale Intensität wird rot, die niedrigste schwarz oder weiß gedruckt. Dadurch wird eine ausgezeichnete Detailerkennbarkeit gewährleistet (MORRISON, 1965), obwohl der Informationsgehalt nicht höher liegt als bei den anderen Registriermethoden.

In dem Bestreben, das etwas zeitraubende Registrierverfahren zu verkürzen, wurde von ANGER (1964) eine neue Methode entwickelt. Dabei wird ein großer Na - Jodid - Kristall auf das zu untersuchende Areal aufgesetzt. Über 19 Photomultiplier wird die registrierte Aktivität auf einen Impulshöhenanalysator übertragen und in elektrische Signale umgewandelt, so daß im Polaroid-Verfahren in kürzester Zeit ein auswertbares Bild vorliegt. Dadurch, daß mit dieser Kamera durch feststehende Detektoren das interessierende Gebiet auf einmal erfaßt wird, eignet sich diese Methode auch zu Funktionsstudien. Nach WOLF (1965) sind jedoch Auflösungsvermögen und Empfindlichkeit der Kamera noch entwicklungsbedürftig.

Ein weiterer wesentlicher Fortschritt bildet die Szintigraphie mit Hilfe von Computern. Es gelingt hierbei auch geringe Aktivitätsdifferenzen zu erfassen, die dem meßtechnischen Nachweis durch herkömmliche Methoden entgehen. Die Speicherung der szintigraphisch gewonnenen Information und deren anschließende Auswertung mit Computermethoden wird in Zukunft wichtige Bedeutung erlangen (WINKLER, 1964).

Von den recht zahlreichen gammastrahlenden Radionukliden haben sich einige wenige brauchbar für den neuroradiologischen Routinebetrieb erwiesen.
Dabei hat für den extrakraniellen Nachweis von cerebralen Läsionen das radioaktiv markierte Humanserumalbumin RIHSA das Di - J^{131} Fluoreszein abgelöst. RIHSA ist besser verträglich und bedarf einer geringeren diagnostischen Dosis, das bedeutet eine geringere Strahlenbelastung.
Der Gedanke, durch Markierung harnpflichtiger Substanzen mit Isotopen die biologische Halbwertszeit zu verringern, wurde 1960 von BLAU und BENDER aufgegriffen. BLAU und BENDER gelang es, Chlormerodrin mit Hg^{203} zu markieren. Neben einer optimalen Darstellung der Nieren ergab sich als Zufallsbefund, daß sich Neohydrin auch in intracerebralen Läsionen anreichert. Nachteilig war neben

der langen physikalischen Halbwertszeit von 47 Tagen die erhebliche Belastung des kritischen Organs. Nach McAFEE (1964) beträgt die Belastung der Nieren bei Verabreichung von 10 µ. = Mikro Ci pro Kilogramm Körpergewicht bis zu einer Gesamtdosis von 7oo Mikro Ci 4o bis 15o rad. ZUM WINKEL (1967) wies darauf hin, daß die Belastung der Nierenrinde wesentlich höher sei (Tab. 1, Tab.2).

Es bedeutete deshalb einen Fortschritt, als SODEE (1963) das Chlormerodrin mit dem wesentlich kurzlebigeren Isotop des Quecksilbers, dem Hg^{197}, markierte. Die physikalische Halbwertszeit beträgt nur 2,7 Tage, die Nieren werden mit 3 bis 5 rad. bei einer Höchstdosis von 1 Milli Ci belastet (Tab. 1, Tab. 2).

Schon 1964 wiesen HARPER und Mitarb. auf ein Tochterprodukt des Molybdaens hin, das Technetium ^{99m} (Pertechnetat). Das Technetium stellt bezüglich der physikalischen, biologischen und der effektiven Halbwertszeit ein nahezu ideales Radionuklid in der neurologischen Diagnostik dar (Tab. 1, Tab. 2).

In neuerer Zeit testet man ein Tochterprodukt des Zinn, das Indium - 113m, das von STERN u.Mitarb. (1966, 1967)

in die Diagnostik eingeführt wurde. Zur Zeit liegen noch keine größeren Erfahrungen vor.

Von DI CHIRO und Mitarb. (1968) wurde auf das mit Technetium ^{99m} markierte Humanserumalbumin aufmerksam gemacht. Dieses Isotop verbindet die physikalischen Vorteile des Tc ^{99m} mit den biologischen Vorteilen des Humanserumalbumin. Bei der Verwendung von 1 Milli Ci beträgt die Gesamtkörperbelastung nur o,19 rad. Die Belastung des Blutes als dem kritischen Organ wird mit o,47 rad. angegeben.

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die Eigenschaften und Dosierung der in der Neuroradiologie gebräuchlichen Radionuklide (Tab. 1).

Tabelle 2 schildert das Verhalten der Nuklide im Organismus.

Tabelle 1: Eigenschaften und Dosierung der in der neurologischen Diagnostik gebräuchlichen Nuklide (nach einer Zusammenstellung von SCHMIDT-WITTKAMP, 1968):

Isotop	Phys. HWS.	Biologische Halbwertszeit	Effektive Halbwertszeit	Gamma-strahlung	Dosierung mikro Ci.
131 J	8 Tage	18o Tage (WILCKE,1966)	7,7 Tage (SCHMEISER,1963)	o,364 MeV	5 µ. Ci kg/KG bis 4oo µ. Ci
2o3 Hg	47 Tg.	8 Stunden (BENDER u. BLAU, 1962) bis 72 Std. (WOLFF u. FISCHER,1961)	o,5 Tage/Körper, 18 Tage/Niere, (SODEE, 1963)	o,28o MeV	1o µ. Ci. pro kg/KG bis 7oo µ. Ci.
197 Hg	2,7 Tage	1,6 Tage (WILCKE,1966)	1,16 Tage/Niere 1,16 Tage/Körper (SODEE, 1963)	o,o77 MeV und o,191 MeV	10 µ. Ci. pro kg/KG. bis 1ooo µ Ci.
99 mTc	6 Std.	48 Stunden (HARPER et al. 1963)	4 Stunden (BÖRNER,1965)	o,14o MeV	5ooo µ. Ci.

Tabelle 2: Verhalten der Nuklide im Organismus (nach einer Zusammenstellung von SCHMIDT-WITTKAMP, 1968):

Isotop	Dosierung mikro Ci.	kritisches Organ	Belastung d. krit.Organs	Ganzkörper-belastung
131 J	5 mikro Ci. pro kg/KG. bis 4oo mikro Ci.	Thyreoidea Blut	15–45 rad.	1ooo rad. (BÖRNER, 1966)
2o3 Hg	1o mikro Ci. pro kg/KG. bis 7oo mikro Ci.	Niere Nieren-rinde	4o-15o rad. (MC AFFEE, 1964) 3oo rad. (ZUM WINKEL)	o,29o rad. (WILCKE, 1966) o,o8o rad. (BÖRNER,1966)
197 Hg	1o mikro Ci. pro kg/KG bis 1ooo mikro Ci.	Niere	3 - 5 rad.	o,o91 rad. (WILCKE,1966)
99 Tc	5ooo mikro Ci.	oberer Dickdarm	1,2 rad.p.o. o,5 rad.i.v. (BÖRNER,1966)	o,o6o rad. (BÖRNER,1966)

Der Wert der Lokalisationsdiagnostik mit Radioisotopen wird somit erheblich vom Wert der technischen Apparatur und den verwendeten Radionukliden bestimmt. Aber auch die cerebrale Läsion selbst ist bei der Diagnostik von entscheidender Bedeutung. Die Treffsicherheit der

Methode ist erheblichen Schwankungen unterworfen je nach artdiagnostischer und topischer Zusammensetzung des zu untersuchenden Materials. Die Grundlage für die unterschiedliche Anreicherung radioaktiver Substanzen in verschiedenen neoplastischen und dem normalen Hirngewebe ist zur Zeit noch ungeklärt. Grundlegende Untersuchungen gehen zurück auf MATTHEWS und Mitarb. (1963), LONG und Mitarb. (1963), MUNDINGER und Mitarb. (1964), DEREYMAKER und Mitarb. (1967), BAKAY (1967), RICCABONA und SCHARFETTER (1967), SOLOWAY und Mitarb. (1967). Nach Meinung dieser Untersucher hat die Bluthirnschranke (BHS) im Anreicherungsmechanismus eine wichtige Bedeutung. QUADBECK (1967) versteht unter BHS sämtliche anatomischen Strukturen zwischen dem Lumen der Kapillaren und der eigentlichen Substanz des ZNS. Somit umfaßt die Bluthirnschranke Kapillarendothel, Basalmembran und perivasale Gliascheide.

Tatsächlich konnte in vivo und in vitro nachgewiesen werden (HOSSMANN und Mitarbeiter, 1965), daß die proliferierten Gefäße bei Gliomen einen gesteigerten Metabolismus besitzen. Die Endothelzellen werden vakuolisiert, die Basalmembran zeigt Dickenschwankungen und Fenestration. HOSSMANN (1965) bezog eine Änderung

der BHS auf eine Insuffizienz der perivasalen blastomatösen Gliascheide.

Bei nicht hirneigenen Geschwülsten müssen jedoch andere Diffusionsverhältnisse angenommen werden. Hier bestehen nämlich andere strukturelle Gewebsbeziehungen, es fehlt die morphologische Grundlage für eine BHS wegen fehlender perivasaler Gliahülle. Dies zeigt deutlich Abb. 1.

Auch der Transport der Tracersubstanzen aus dem Blut in die geschädigten Hirnareale ist umstritten.
SOLOWAY und Mitarbeiter (1967) konnten nachweisen, daß Phosphor und Kalium in Mäusetumoren extrem angereichert werden, so daß ein aktiver Transport wahrscheinlich ist.
GERHARD und MUNDINGER (1966) fanden, daß die hohe Anreicherung von Cu^{64} in der Tumorzelle einen gutfunktionierenden Zellstoffwechsel nötig hat, so daß man an einen aktiven Transport denken muß.
Ob man diese Befunde ohne weiteres auf menschliche Verhältnisse übertragen kann, ist noch unsicher.

Nach neueren Untersuchungen (BAKAY, 1967) steht der passive Transport von Tracersubstanzen im Vordergrund.

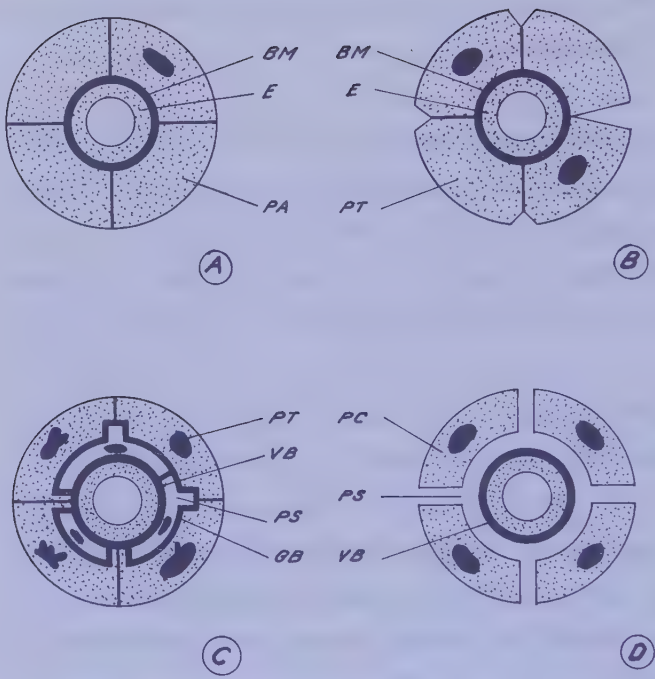


Abb. 1: Schematische Darstellung der histotopischen Beziehungen zwischen Gefäß und Gewebe:
a) normales Gehirn; b) isomorphes Gliom;
c) malignes Gliom; d) nicht-gliöse Tumoren.
E = Endothelzelle; BM = Basalmembran;
PA = perivasale Astrogliascheide; PT = perivasale tumoröse Gliascheide; PC = perivasale Tumorzellen; PS = perivasculärer Raum;
GB = gliöse Basalmembran; VB = vaskuläre Basalmembran (aus HOSSMANN, K.A. in: Brain Edema, S. 255, Wien - New York: Springer 1967).

Für den unspezifischen Transport sprechen die niedrige Tumorspeicherrate im Vergleich zur Blutkonzentration, mangelnde Blockierungsmöglichkeit durch Enzymblockade (MUNDINGER, 1965) und die Abhängigkeit der Speicherraten vom Blut und Gefäßvolumen (DEISENHAMMER, 1968; DEREYMAKER und Mitarb. 1967) sowie die Vaskularisation der Geschwülste (DEISENHAMMER und Mitarb., 1968). Nach DEISENHAMMER u. Mitarbeitern (1968) sind für die unspezifischen Mechanismen die Schwierigkeiten einer eindeutigen Abgrenzung zwischen Gliomen und Hirninfarkten im Szintigramm beweisend. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß ein substanzspezifischer Einbau in die Stoffwechselvorgänge des Tumors oder geschädigten Hirnareals unwesentlich ist.

Es scheint, daß der hypothetisch postulierten BHS keine so überragende Rolle zukommt, wie man das heute annimmt, da auch nicht hirneigene Tumoren, bei denen also kein morphologisches Substrat der BHS vorliegt, im Szintigramm zu positiven Anreicherungen führen können. In diese Richtung deuten auch die von vielen Untersuchern bei Tumorsuche als falsch positiv gedeuteten Befunde. Entzündliche Erkrankungen, mechanische Schädigungen und veränderter Stoffwechsel können durchaus in der Lage sein, wie wir noch zeigen werden, Tracer-

substanzen anzureichern. Auch die positive Darstellbarkeit von Tumoren anderer Körperorgane, wie zum Beispiel Knochentumoren mit Radiostrontium, lassen einen gemeinsamen Mechanismus vermuten.

Nach unserer Ansicht ist als wichtigste Ursache für eine Anreicherung eine Schädigung der Gefäßwand und somit eine erhöhte Gefäßpermeabilität anzunehmen. Diese erhöhte Permeabilität führt dann zu einer unspezifischen Anreicherung. Erst mit dieser Hypothese lassen sich alle positiven szintigraphischen Befunde erklären.

II. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Wir haben 2.000 fortlaufend angefertigte Szintigramme einer kritischen Analyse unterzogen. Die Szintigramme wurden mit dem PICKER - MAGNER - SCANNER III abgeleitet. Die Registrierung erfolgte durch Farbszintigraphie. Alle Szintigramme wurden sowohl in Rückenlage als auch in Seitenlage angefertigt. Je nach Fragestellung wurde zusätzlich in der posterioren - anterioren Projektion (pa) abgeleitet. Die Szintigramme wurden nach einem von uns entworfenen System mit Hilfe eines Computers ausgewertet. Bei der Auswertung legten wir vor allem bei den Anreicherungen in Verbindung mit Gefäßprozessen besonderen Wert auf den Zeitintervall zwischen Symptomenbeginn und Termin der szintigraphischen Untersuchung.

Bei der Einteilung in verschiedene Erkrankungsgruppen folgten wir einem von der Universitäts-Nervenklinik Homburg/Saar entworfenen Diagnosenschema, das auf der Grundlage der Schemata von Köln und Würzburg entwickelt wurde.

Es handelte sich ausschließlich um das Krankengut der Universitäts-Nervenklinik Homburg/Saar.

Somit liegt ein breiter Fächer neurologischer und psychiatrischer Erkrankungen vor, der bei der Wertung der Szintigraphie in der neurologischen Diagnostik gewisse Aussagen erlaubt.

Als Isotopen benutzten wir vorwiegend Hg^{197} und Hg^{203}, in wenigen Fällen auch Tc^{99m}, bedingt durch die spätere Einführung dieses Isotops in die Routinediagnostik.

Die folgende Tabelle (3) gibt einen Überblick über das von uns untersuchte Krankengut:

Tabelle 3: Überblick über das untersuchte Krankengut.

Erkrankungsgruppe	Anzahl		technisch unzureichend
Tumoren	278	(13,8%)	2
Zustand nach Hirnoperation	36	(1,8%)	
Verdacht auf Tumor	121	(6.0%)	
Abszesse	5	(0,25%)	
andere z.B. Cysten, Pseudotumor Plasmocytom atlanto - occipitale Übergangsmißbildung	8	(0,4%)	
Gefäßprozesse			
Blutungen	44	(2,2%)	
Malazien I	166	(8,3%)	1
Malazien II sonstige Gefäßprozesse	305	(15,1%)	
Mißbildungen	22	(1,1%)	
Andere neurologische Erkrankungen Psychiatrische Erkrankungen			
Neurologische Erkrankungen	823	(41,0%)	3
Psychiatrische Erkrankungen	192	(9,5%)	2
Zusammen:	2000	(100%) davon	8 techn. unzureichend

A. Die Szintigraphie bei Hirntumoren.

Glioblastoma multiforme.

68 Patienten mit Glioblastoma multiforme konnten wir szintigraphisch untersuchen. Die Diagnose wurde entweder durch histologische Untersuchung nach Operation oder Sektion oder aber durch den klinischen Verlauf gesichert.

Anzahl	+	(+)	+ und (+)	-	techn.unzureichend
68	64 (94 %)	1 (1,4%)	65 (95,4 %)	3 (4,4 %)	-

Tabelle 4: Die Ergebnisse der Szintigraphie bei Glioblastoma multiforme.

Bei den 64 pathologischen Befunden war die Ableitung in 15 Fällen während der ersten Tage nach Symptomenbeginn erfolgt. In 6o % der Fälle betrug das Zeitintervall 4 bis 14 Wochen und erreichte bei 5 Patienten etwa 1 Jahr.

*) + = pathologischer Befund;
(+) = fraglich pathologischer Befund, nur in Verbindung mit den klinischen Unterlagen als pathologisch zu bewerten;
- = keine Anreicherung im Szintigramm.
Diese Symbole gelten für alle Tabellen.

Die I n t e n s i t ä t der Anreicherung lag zwischen mittel und stark. Wenn man die abgebildete Intensität in verschiedene Grade einteilt, lag sie hier zwischen Grad III und II, bei Bevorzugung von Grad II.

Das I n t e n s i t ä t s m u s t e r war häufig umschrieben, aber auch Anreicherungen in Form eines breiten Bandes kamen vor. In 6 Fällen kam es wegen eines ausgeprägten Umgebungsödems zu einem mehr diffusen Überwiegen einer Seite, so daß der Tumor nicht sicher abgegrenzt werden konnte.

Die Tumoren waren bevorzugt in frontalen, temporalen und parietalen Abschnitten lokalisiert. Bei 6 Patienten speicherten diese drei Abschnitte gemeinsam Tracersubstanzen. Bei einem Patienten konnte ein occipital gelegener Tumor erfaßt werden. Bei drei Patienten reichte der Tumor von der Herd- bis auf die Gegenseite, was vor allem in der anterioren - posterioren Ableitung zum Ausdruck kam. Aus dem Grad der Anreicherung und dem Anreicherungsmuster eine Artdiagnose zu stellen, erwies sich als äußerst schwierig. Sie wurde nur dann möglich, wenn der Untersucher Anamnese und alle klinischen Befunde bei der Auswertung heranzog. Da sehr

---

*) Grad I = sehr stark,
Grad II = stark,
Grad III= mittel,
Grad IV = schwach.

häufig (zu etwa 9o %) bei der Szintigramm-Anforderung nur die Angaben auf Tumorverdacht gemacht und nur einzelne neurologische Symptome angegeben wurden, konnte nur eine Vermutungsdiagnose ausgesprochen werden. Bei 7 Patienten waren Anamnese und klinischer Befund bekannt. In allen Fällen erwies sich die Klassifizierung des Tumortyps als richtig.

Die n e g a t i v e n Befunde wurden in der 7. und 8. Woche abgeleitet. Die L o k a l i s a t i o n der Tumoren war in 2 Fällen occipital, bei einem Patienten lag der Tumor im parasagittalen Bereich der Zentralregion.
Ein Vergleich mit anderen Routineuntersuchungen zeigt die deutliche Überlegenheit von Szintigraphie und Angiographie.

Tabelle 5: Die Untersuchungsergebnisse bei 68 Patienten mit Glioblastoma multiforme (in Prozent). (s. Fußnote S. 24):

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	79	17,7	3,3
ECHO	77,7	8,8	13,3
RÖNTGEN-NATIV	36,8	7,o	56,1
ANGIOGRAPHIE	92,2	4,7	3,1
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	wegen geringer Anzahl keine statistische Auswertung möglich		
SZINTIGRAPHIE	94,1	1,4	4,4

Nach unseren Ergebnissen bei der Lokalisationsdiagnostik von Glioblastomen kann man zu etwa 94 % diesen Tumortyp nachweisen. Über ähnlich gute Ergebnisse berichteten 1962 SWEET und Mitarbeiter (96 %). BRINKMANN und Mitarbeiter fanden 1962 die höchste Treffsicherheit der Szintigraphie bei Glioblastomen. BUCY und CIRIC (1964) berichteten von einer Nachweisbarkeit von 87,5 %. 1965 hatte sich diese Nachweiswahrscheinlichkeit in ihrem Krankengut auf 92 % erhöht. RHOTON und Mitarb. (1964) konnten bei 1o Patienten den Tumor zu 1oo % exakt lokalisieren. SCHNEIDER (1966) sprach von einer Nachweiswahrscheinlichkeit von 8o bis 9o %. GOODRICH und TUTOR (1965) erreichten eine Treffsicherheit von 95 %. WILCKE (1966) konnte in 82 % der Fälle ein Glioblastom lokalisieren. Mit Technitium als Isotop erreichten SCHNEIDER u. Mitarb. (1968) eine Trefferrate von 97 %. Die Ergebnisse der Tumorlokalisation nach der von PLANIOL entwickelten Digitalmethode lagen etwa in der gleichen Größenordnung. PLANIOL (1961, 1963, 1967) wies in 94 %, 93 % und 92 % der Fälle diesen Tumor nach. MUNDINGER und ASAI (1967) berichteten sogar von einer Treffsicherheit von 1oo %.

Diese Ergebnisse zeigen, daß man bei der szintigraphischen Untersuchung von Glioblastomträgern in über 9o % mit einem pathologischen Befund im Szintigramm rechnen kann.

Schwierigkeiten bereiten bei uns Tumoren, die im occipitalen Bereich lokalisiert waren und eine verhältnismäßig kurze Symptomenanamnese hatten.

Wegen des unterschiedlichen Intensitätsmusters war eine Artdiagnose nur als Vermutungsdiagnose zu stellen. Die Artdiagnose wurde erleichtert durch Einbeziehung des genauen klinischen Befundes. Die Digitalmethode scheint hier der automatischen Registrierung überlegen zu sein (WENDE, 1963).

Astrocytom.

Von 14 klinisch und histologisch verifizierten Astrocytomen konnten bei 9 Patienten pathologische Szintigramme abgeleitet werden. In 2 Fällen gestattete das Szintigramm keine eindeutig pathologische Aussage, bei 3 Patienten war es normal.

Tabelle 6: Die Ergebnisse der Szintigraphie bei Astrocytomen. *)

Anzahl	+	(+)	+ und (+)	-
14	9 (64,3 %)	2 (14,3 %)	11 (78,6 %)	3 (21,4 %)

*) Symbolerklärung s. Fußnote auf Seite 24.

Die Anreicherung war nicht so ausgeprägt wie bei den Glioblastomen. Nach unserer Einteilung lag sie bei Grad III (s. Erklärung s. 25). Das I n t e n s i t ä t s- m u s t e r war in der überwiegenden Anzahl der Fälle umschrieben, in einem Fall streifenförmig, in einem Fall nicht sicher abzugrenzen. Die Tumoren lagen vorzugsweise in frontalen, temporalen und parietalen Hirnabschnitten, bei 3 Patienten im occipitalen Bereich. Die Erfassung in diesem Bereich machte bei der posterioren - anterioren Ableitung keine Schwierigkeiten. Eine Artdiagnose aus der abgebildeten Intensität war kaum möglich trotz Einbeziehen der Anamnese und der klinischen Unterlagen.

Entsprechend dem langsamen Wachstum dieses Tumortyps reichte das Zeitintervall vom Symptomenbeginn bis zur szintigraphischen Untersuchung von 3 Monaten bis zu mehreren Jahren.

Die negativen Szintigramme bei Astrocytomträgern betrafen jüngere Patienten. Das Zeitintervall betrug 4 Monate. Die Lokalisation beschränkte sich auf parietale Hirnabschnitte. Bei den negativen Szintigrammen erwies sich die Angiographie als sehr geeignete Untersuchungsmethode.

Tabelle 7: Ergebnisse anderer Untersuchungsmethoden bei den Astrocytomen, die im Szintigramm nicht anreicherten. *)

Szintigramm-Nr.:	EEG	ECHO	ANGIOGRAPHIE	NATIV
o511	-	++	++	+
1o58	++	(+)	++	-
o292	+	++	+	(+)

Die Ergebnisse anderer Routine-Untersuchungen zeigt die nachfolgende Tabelle:

Tabelle 8: Untersuchungsergebnisse bei 14 Astrocytomen (in Prozent):

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	64,3	28,5	7,2
ECHO	7o,o	1o,o	2o,o
RÖNTGEN-NATIV	38,5	23	38,5
ANGIOGRAPHIE	83,o	17,o	-
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	75,o	25,o	-
SZINTIGRAPHIE	64,o	21,o	14,o

*) - = negativ;
++ = exakte Lokalisation;
+ = raumfordernder Prozess ohne genaue Lokalisation;
(+) = fraglich pathologischer Befund.

Wir konnten somit bei den Astrocytomen in 64 % einen exakten Tumorhinweis geben. Waren Anamnese und klinischer Befund bekannt, stieg die Trefferrate auf etwa 78 %. Auch bei anderen Untersuchern lag die Nachweisbarkeit der Astrocytome deutlich niedriger als bei den Glioblastomen. SCHNEIDER (1966) fand eine Trefferrate zwischen 55 und 7o %. GOODRICH und TUTOR (1965) konnten in 67 % der Fälle diesen Tumortyp nachweisen. In einer ähnlichen Größenordnung lagen die Ergebnisse von WILCKE (1966) = 6o %; BUCY und CIRIC (1964) = 5o %; BRINKMANN und Mitarbeiter (1962) = 5o %; DE ROO (1967) = 4o %, bei Einbeziehung der klinischen Unterlagen 5o %.
SCHNEIDER und Mitarbeiter (1968) erreichten mit Technetium eine Trefferrate, die um 77 % lag. SWEET und Mitarbeiter (1962) konnten mit As 67 % der Astrocytome nachweisen, mit Cu lag die Nachweisbarkeit deutlich höher, nämlich bei 75 %. Die Ergebnisse der Digitalmethode lagen bei Verwendung von J^{131} bei 57 % pathologischer Befunde (PLANIOL, 1961, 1963, 1966). Nur MUNDINGER und ASAI (1967) erreichten mit Hg^{2o3} eine Trefferrate von 92 %.

Die Patienten kamen verhältnismäßig spät wegen des langsam infiltrierenden Wachstums zur szintigraphischen Untersuchung. Nach unseren Beobachtungen erhielten wir am ehesten einen pathologischen Befund bei sehr langer Symptomenanamnese, also bei großem Zeitintervall. Dabei

kam dem Grad der Tumor-Differenzierung wichtige Bedeutung zu (BRINKMANN und Mitarbeiter (1962)). Nach den Beobachtungen von YAMAMOTO und Mitarbeitern (1964) reichern Astrocytome erst mehrere Stunden nach iv-Applikation der Tracersubstanzen an, was häufig im Routinebetrieb nicht berücksichtigt werden kann. Aus den Untersuchungen von DEREYMAKER und Mitarbeitern (1967) ging hervor, daß Astrocytome eine geringere Speicherfähigkeit besitzen.

Eine Artdiagnose war trotz Kenntnis der klinischen Unterlagen und Anamnese nicht möglich.

Medulloblastom.

Wir konnten zwei Patienten mit histologisch gesichertem Medulloblastom szintigraphisch untersuchen. Wegen der geringen Anzahl waren keine statistischen Aussagen zu machen.

Beide Szintigramme zeigten Anreicherungen in allen Routineableitungen. Das Intensitätsmuster war unscharf begrenzt und besaß eine mittlere Aktivität Grad III. Das Zeitintervall betrug bei beiden Patienten etwa 6 Wochen.

Die Artdiagnose konnte auf Grund der Lokalisation, Anamnese und klinischer Angaben vermutet werden. Wir konnten den

Tumortyp nicht aus der abgebildeten Intensität und dem Anreicherungsmuster klassifizieren.
Von den anderen Routineuntersuchungen erlaubte nur die Angiographie eine ähnlich detaillierte Diagnostik. Die anderen Untersuchungsmethoden waren entweder negativ oder erbrachten nur unklare Allgemeinveränderungen.

Oligodendrogliom.

Von 12 Tumoren dieses Typs reicherten 9 Tumoren in allen Routineableitungen an, in einem Fall war es nur in der anterioren - posterioren Ableitung zu einer Anreicherung gekommen. Alle Patienten mit pathologischen Befunden im Szintigramm kamen erst mehrere Jahre nach Symptomenbeginn zur Untersuchung. Bei einem Patienten mit einem Zeitintervall von 3 Monaten mußte der Befund als fraglich positiv eingestuft werden.

Tabelle 9: Die Ergebnisse der Szintigraphie bei Oligodendrogliomen.

Anzahl	+	(+)	-	technisch unzureichend
12	1o (91 %)	1 (9 %)	0	1

Das Intensitätsmuster war meist umschrieben. Bei 2 Patienten war die Anreicherung unscharf. In einem anderen Fall speicherten temporoparietale Abschnitte, so daß die Anreicherung in Form eines Bandes zu sehen war.

Die abgebildete Intensität war derjenigen des Astrocytoms ähnlich und lag nach unserer Einteilung bei Grad III (mittel).

Die Tumoren waren in frontalen, temporalen und parietalen Abschnitten lokalisiert. In 2 Fällen lagen sie parasagittal, bei einem Patienten reichte der Tumor bis auf die Gegenseite. Sehr eindrucksvoll war in diesem Fall das Szintigramm. Der Tumor kam hier als schmetterlingsförmige Anreicherung zur Darstellung.
Auch hier war aus der abgebildeten Intensität keine Artdiagnose zu stellen. Die Anreicherung war uncharakteristisch und von der Anreicherung eines Astrocytoms nicht zu unterscheiden. Klinische Unterlagen und Anamnese waren dabei wertlos.

Aus dem Vergleich mit den Ergebnissen anderer Untersuchungsmethoden ging hervor, daß bei diesem Tumortyp Angiographie und Szintigraphie gleichwertig sind.

Tabelle 1o: Untersuchungsergebnisse bei 12 Oligodendrogliomen (in Prozent).

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	7o	2o	1o
ECHO	75	-	25
RÖNTGEN-NATIV	3o	2o	5o
ANGIOGRAPHIE	9o	-	1o
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	67	-	33
SZINTIGRAPHIE	91	-	9

Nach unseren Untersuchungen kann man bei supratentoriell gelegenen Oligodendrogliomen mit einer Trefferrate von 9o % rechnen. Aus den Untersuchungen von FRIEDMANN und WILCKE (1966) ging hervor, daß Oligodendrogliome bezüglich der Aktivitätsanreicherung zwischen den Glioblastomen und Meningeomen liegen. MUNDINGER und ASAI (1967) konnten zu 95 % mit der Digitalmethode diesen Tumortyp nachweisen. Dagegen berichtete DE ROO (1967) nur über eine Nachweisbarkeit von 83,3 %, die aber bei Auswertung mit allen klinischen Unterlagen auf 89 % zu erhöhen war. SCHNEIDER und Mitarbeiter (1968) lokalisierten mit Technetium als Isotop den Tumor in 84 % der Fälle.

Bei diesen unterschiedlichen Untersuchungsergebnissen kommt dem Zeitintervall zwischen Symptomenbeginn und

szintigraphischer Untersuchung eine wichtige Bedeutung zu. Erst wenn der Tumor eine gewisse Größe erreicht hat und das umgebende Hirnareal geschädigt ist, kann man mit pathologischen Befunden rechnen. Ableitungen in den ersten Monaten nach Symptomenbeginn bringen negative oder günstigenfalls fraglich positive Befunde. Deshalb empfehlen sich hier mehrere Untersuchungen in kurzen Zeitabständen.
Eine Artdiagnose war nicht möglich.

Spongioblastom.

In unserem Krankengut waren 2 Patienten mit histologisch gesichertem Spongioblastom.
Bei einem 1o-jährigen Kind kam es in allen Routineableitungen zu Anreicherungen im Szintigramm. Die Anreicherung lag bei Grad III (mittel). Der Tumor war links temporobasal lokalisiert; der pathologische Befund im Szintigramm wurde durch eindeutig pathologische Befunde der Elektroencephalographie und Pneumencephalographie ergänzt.

Keine Anreicherung erbrachte ein Kleinhirnspongioblastom bei einem 25-jährigen Patienten.

Hinsichtlich des Zeitintervalles konnten wir wegen der geringen Anzahl von untersuchten Spongioblastomen keine Aussagen machen.

Tabelle 11: Die Ergebnisse der Szintigraphie bei 2 Spongioblastomen.

Patient	Scan	Anreicherung	Lokalisation
1o Jahre alt, Intervall 2 J.	+	mittel Grad III	links temporobasal
25 Jahre alt, Intervall 21 Tage.	-	--	Kleinhirn

DE ROO (1967) berichtete über eine Trefferrate von 72,7 %. SCHNEIDER (1968) wies den Tumortyp zu 6o % nach.

Ependymom.

Nur 1 Ependymom konnten wir szintigraphisch untersuchen. Der Tumor kam im Szintigramm in allen Ableitungen zur Darstellung.

Die abgebildete Intensität war nur schwach (Grad III bis IV). Das Verteilungsmuster war mehr bandförmig,

Eine Artdiagnose war trotz klinischer Unterlagen nicht möglich. Das Anreicherungsspektrum war uncharakteristisch.

SCHNEIDER und Mitarbeiter (1968) berichteten über eine Trefferrate von 75 %. Sie konnten von 4 Ependymomen 3 exakt lokalisieren. DE ROO (1967) fand in dem von ihm untersuchten Material eine sehr hohe Nachweisbarkeit von 91 %.

Unklassifizierbare Gliome.

Hierunter verstehen wir alle in die Gliomreihe gehörenden Tumoren ohne eindeutige histologische Zuordnung.

Tabelle 12: Die Ergebnisse der Szintigraphie bei unklassifizierbaren Gliomen.

Anzahl	+	(+)	-
15	11 (73,3 %)	2 (13,3 %)	2 (13,3 %)

Die positiven Szintigramme waren in der Mehrzahl der Fälle zwischen dem 3. und 6. Monat angefertigt worden. 3 Patienten hatten eine Symptomenanamnese von mehreren Jahren.

Bei 4 Patienten kam es nur in der anterioren - posterioren Ableitung zu einer Anreicherung. Die abgebildete Intensität betrug Grad III, aber auch Anreicherungen Grad IV kamen vor.
Die Tumoren waren in fast allen Hirnarealen lokalisiert. Bei 5 Patienten lagen sie in occipitalen Hirnabschnitten. Dabei erwies sich die posteriore - anteriore Ableitung (pa) als äußerst wertvoll.

Die Tumoren, die negative Befunde erbrachten, lagen ausschließlich im Bereich der Stammganglien.

Der Vergleich mit den anderen Untersuchungsmethoden zeigte auch hier die Überlegenheit von Angiographie (89 %) und Szintigraphie (73 %, bei Einbeziehen aller klinischen Unterlagen etwa 86 %). Die pneumencephalographische Untersuchung war nur in 4 Fällen durchgeführt worden, sie erbrachte aber in allen Fällen exakte Ergebnisse.

Tabelle 13: Untersuchungsergebnisse bei 15 unklassifizierbaren Gliomen (in Prozent).

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	5o,o	4o,o	1o,o
ECHO	5o,o	-	5o,o
RÖNTGEN-NATIV	12,5	-	87,5
ANGIOGRAPHIE	89,o	11	-
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	4 Untersuchungen 4 x pathologisch		
SZINTIGRAPHIE	73,3	13,3	13,3

(Symbolerklärung s. S. 24).

ZUSAMMENFASSUNG:

Gliome und ihre Nachweisbarkeit im Szintigramm.

Aus unserem Untersuchungsmaterial geht hervor, daß bei den Gliomen mit einer durchschnittlichen Trefferrate von 86,7 % gerechnet werden kann. (Tab. 14). Die Trefferrate erhöht sich, wenn dem Untersucher Anamnese und klinischer Befund bekannt sind, auf etwa 91 %.

DEISENHAMMER und Mitarbeiter (1968) lokalisierten die Gliome zu 84 %. ZUM WINKEL und Mitarbeiter (1966) erreichten

eine Nachweisbarkeit von 75 %, die bei Berücksichtigung des klinischen Befundes auf 9o % zu steigern war. OVERTON und Mitarbeiter (1965) erreichten eine Trefferrate von 86 % bei Gliomen. Dagegen lagen die Angaben von SCHNEIDER (1966) deutlich niedriger: 6o - 75 %.

Am besten aus der Gliomreihe waren die Glioblastome szintigraphisch nachzuweisen (94,1 %), am schlechtesten die Astrocytome (64,2 %). Bei den seltenen Gliomen wie Medulloblastomen, Spongioblastomen und Ependymomen waren wegen des geringen Beobachtungsmaterials keine verwertbaren Aussagen zu machen.

Die abgebildete Intensität im Colorscan lag bei den Gliomen vorzugsweise bei Grad III. Sie erreichte bei den Glioblastomen Grad II, bei dem Ependymom nur Grad IV. Das Intensitätsmuster war bei weniger infiltrierend wachsenden Tumoren häufig umschrieben. Bei Glioblastomen war die Anreicherung eher unscharf.
Schwierig nachzuweisen waren Kleinhirntumoren (2 Glioblastome, 1 Spongioblastom). Nicht szintigraphisch nachzuweisen waren bei uns 2 Stammgangliengliome.

Während das Zeitintervall zwischen Symptomenbeginn und szintigraphischer Untersuchung bei Glioblastomen keine

Rolle spielte, erlangte es eine gewisse Bedeutung bei langsamer wachsenden und mehr benignen Tumoren der Gliomreihe. Ähnliche Befunde konnten BULL (1965) und TEFFT und Mitarbeiter (1965) erheben.

Eine sofortige Ableitung nach Symptomenbeginn kann zu negativen oder fraglich positiven Befunden führen, die nur in Verbindung mit den klinischen Unterlagen als pathologisch zu werten sind. Es empfehlen sich hier Verlaufsuntersuchungen in gewissen Zeitabständen mit einem kurzlebigen Radionuklid.

Eine Artdiagnose zu stellen aus der Intensität der Anreicherung und deren Verteilungsmuster war nur begrenzt möglich. Sie gelang beim Glioblastoma multiforma, wenn Anamnese und klinischer Befund bekannt waren. Bei allen anderen Tumorformen der Gliomreihe war eine Artdiagnose unmöglich, da häufig Grad der Anreicherung und Verteilungsmuster ähnlich oder gleich waren. In seltenen Fällen gelang es, unter Einbeziehung des klinischen Befundes und Lokalisation, eine Vermutungsdiagnose zu stellen.

Der Vergleich mit anderen Untersuchungsmethoden zeigt den Wert von Angiographie und Szintigraphie (Tab. 15). Am unergiebigsten war die Schädelübersichtsaufnahme.

Tabelle 14: Übersicht über die Gliome und ihre Nachweisbarkeit im Szintigramm.

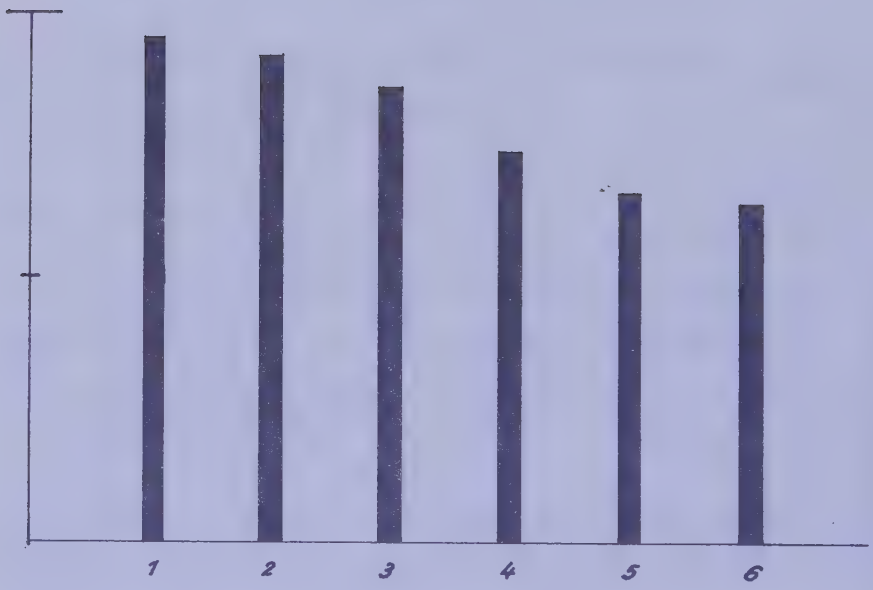
Tumor	+	(+)	-	Anzahl
GLIOBL.MULTIFORME	64 (94 %)	1 (1,4 %)	3 (4,4 %)	68
ASTROCYTOM	9 (64,3 %)	2 (14,3 %)	3 (21,4 %)	14
MEDULLABLASTOM	2	-	-	2
OLIGODENDROGLIOM	1o (91,o %)	1 (9 %)	-	12
SPONGIOBLASTOM	1	-	1	2
EPENDYMOM	1	-	-	2
UNKLASSIF.GLIOME	11 (73,3 %)	2 (13,3 %)	2 (13,3 %)	15
Zusammen:	98 (86,7 %)	6 (5,3 %)	9 (7,9 %)	115

Zwei Szintigramme waren technisch unzureichend und konnten nicht ausgewertet werden.

Tabelle 15: Übersicht über die Ergebnisse anderer Untersuchungsmethoden bei der Lokalisationsdiagnostik der Gliome (in Prozent).

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	72,5	2o,6	6,9
ECHO	7o,5	11,8	17,6
RÖNTGEN-NATIV	37,6	9,7	52,7
ANGIOGRAPHIE	9o,8	7,1	2,o
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	66,6	12,5	2o,9
SZINTIGRAPHIE	86,7	5,3	8,o

(Symbolerklärung s. S. 24)



1 Glioblastoma Multiforme

2 Oligodendrogliom

3 Gliome (zusammen)

4 Unklassifizierbare Gliome

5 Ependymom, Spongioblastom, Medulloblastom

6 Astrozytom

Abb. 2: Gliome im Vergleich zueinander (pathologische Befunde).

Meningeom.

36 Patienten mit einem Meningeom konnten wir szintigraphisch untersuchen.

Tabelle 16: Die Ergebnisse der Szintigraphie bei Meningeomen.

Anzahl	+	(+)	-
36	31 (86 %)	2 (5,7 %)	3 (8,3 %)

Das Zeitintervall zwischen Symptomenbeginn und Szintigrammaufnahme lag zwischen 3 Monaten und 2 Jahren. Am häufigsten lag das Zeitintervall bei 1 Jahr.

Die Anreicherung war in allen Ableitungen zu sehen. Sie war meistens umschrieben, in einem Fall nur war sie nicht sicher abzugrenzen. Die abgebildete Intensität erreichte bei diesem Tumortyp Grad I (= sehr stark), aber auch mittlere Intensitäten kamen vor.
In der Mehrzahl der Fälle konnte aus der scharf umschriebenen Anreicherung und der starken Intensität auf den Typ des Tumors geschlossen werden, obwohl nur zu 5o % klinische Unterlagen vorhanden waren.
Bei den Szintigrammen mit negativen Befunden waren die Patienten verhältnismäßig früh zur szintigraphischen Unter-

suchung gekommen. Dabei wurde ein Zeitintervall von nur 8 oder 12 Wochen erreicht.

Von den Tumoren, die keine Anreicherung im Szintigramm erbrachten, lagen einer parasagittal, einer im Gebiet der Olfactoriusrinne und einer im Bereich des linken Keilbeinflügels. Eine Korrelation mit der Tumorgröße wurde nicht vorgenommen.

Bei den Tumoren, die nur fraglich positive Befunde erbrachten, handelte es sich ausschließlich um Tumoren der Olfaktoriusrinne.

Der Vergleich mit anderen Untersuchungsmethoden zeigt auch hier die Bedeutung von Angiographie und Szintigraphie.

Tabelle 17: Untersuchungsergebnisse bei 36 Meningeomen (in Prozent).

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	55	34	11
ECHO	58	-	42
RÖNTGEN-NATIV	41	24	35
ANGIOGRAPHIE	88	6	6
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	bei 5 Patienten durchgeführt, dabei pathologisch		
SZINTIGRAPHIE	86	5,7	8,3

Die Trefferrate erreichte bei einem Untersuchungsmaterial bei Einbeziehung der fraglich positiven Befunde fast 92 %. Um diesen Bereich gruppieren sich die Beobachtungen anderer Untersucher. SCHNEIDER (1966) berichtete von einer Nachweisbarkeit dieses Tumortyps von 9o bis 95 %. AFIFI (1965) erreichte 9o %, GOODRICH und TUTOR (1965) 95 %. OVERTON und Mitarbeiter (1965) berichteten von einer Trefferrate von 86 %, BUCY und CIRIC konnten (1965) zu 95 % diesen Tumortyp nachweisen. Zu fast 1oo % konnten folgende Untersucher ein Meningeom nachweisen: DE ROO (1967), SCHMUKLER (1966), ZUM WINKEL und Mitarbeiter (1966), BUCY und CIRIC (1964). Die schlechtesten Ergebnisse erzielten DEISENHAMMER (1968) mit nur 84 % und BRINKMANN und Mitarb. (1962) mit nur 8o %. Die Untersuchung nach der PLANIOL'schen Methode erbrachten ebenfalls gute Ergebnisse. PLANIOL berichtete 1961 über eine Trefferrate von fast 98 %, 1963 konnte PLANIOL jedoch diese Tumorart nur noch zu 92 % nachweisen. MUNDINGER und ASAI (1967) lokalisierten Meningeome zu 9o %, bei Auswertung mit klinischen Unterlagen konnten sie 5 % bessere Ergebnisse erzielen. Über gute Ergebnisse mit Technetium als Isotop berichteten SCHNEIDER und Mitarbeiter (1968). In 97 % der Fälle gelang es ihnen, ein Meningeom zu lokalisieren.

Nach unseren Beobachtungen zeichnen sich die Meningeome durch ein hohes Speichervermögen aus. Dies ist besonders

gut im Colorscan zu erkennen. Das Anreicherungsmuster war in fast allen Fällen wegen des fehlenden Umgebungsödems scharf umschrieben, die abgebildete Intensität erreichte Grad I (sehr stark). Diese Anreicherungsgrade und Verteilungsmuster sind charakteristisch für Meningeome. Deshalb kann der Untersucher häufig eine Artdiagnose als Vermutungsdiagnose stellen. Aber auch hier sind Anamnese und klinischer Befund bei der Beurteilung sehr wertvoll.

Da unsere negativen Befunde ein relativ kurzes Zeitintervall zwischen szintigraphischer Untersuchung und Symptomenbeginn hatten - um 8 Wochen - , läßt sich vermuten, daß eine gewisse Tumorgröße Voraussetzung für eine Abbildung im Szintigramm sein muß. Zu ähnlichen Ergebnissen kam 1965 BULL. Er postulierte, daß Tumoren einen Mindestdurchmesser von 2 cm haben müssen, um im Szintigramm dargestellt zu werden.

Vom Grad der Anreicherung und dem Verteilungsmuster her stellen die Meningeome fast "ideale" Tumoren dar.
Es gelingt häufig, aus der Lage und der Intensität der Anreicherung eine Artdiagnose zu stellen.

Neurinom.

Wir untersuchten 8 Patienten mit Kleinhirnbrückenwinkel-Neurinomen.

Tabelle 18: Die Ergebnisse der Szintigraphie bei Neurinomen.

Anzahl	+	(+)	-
8	5 (62,5 %)	2 (25 %)	1 (12,5 %)

Entsprechend dem langsamen Wachstum kamen die Patienten mehrere Jahre nach Symptomenbeginn zur szintigraphischen Untersuchung. Die Anreicherung war mehr unscharf begrenzt, von der Aktivität der Schädelbasis überlagert. Die Intensität der Abbildung lag bei Grad III (mittel). Wegen dieser uncharakteristischen Faktoren war eine Artdiagnose nicht möglich. Wertvoll bei der Auswertung erwiesen sich auch hier die genaue Kenntnis der Anamnese und des klinischen Befundes. Gute Hinweise gab die Röntgen-Nativaufnahme, besonders die Spezialaufnahmen nach SCHÜLLER und STENVERS. Wir beobachteten nur ein negatives Szintigramm. Wegen des geringen Beobachtungsmaterials sind deshalb keine Aussagen möglich.

Der Vergleich mit anderen Untersuchungsmethoden zeigt die gute Aussagekraft der Röntgen-Nativaufnahme.

Tabelle 19: Untersuchungsergebnisse bei 8 Neurinomen (in Prozent).

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	12,5	5o	37,5
ECHO	-	33	67
RÖNTGEN-NATIV	62,5	-	37,5
ANGIOGRAPHIE	66	16,6	17,4
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	von 2 Patienten 1 x pos., 1 x neg.		
SZINTIGRAPHIE	62,5	25	12,5

(Symbolerklärung s. Fußnote S. 24).

Aus unserem Beobachtungsmaterial geht eine Trefferrate für Kleinhirnbrückenwinkel-Neurinome von etwa 63 % hervor. DE ROO (1967) berichtete über eine Nachweisbarkeit von 67 %. AFIFI (1965) konnte in 2 Fällen 2 Neurinome lokalisieren. Dagegen fanden DEISENHAMMER und Mitarbeiter (1968) bei 2 Patienten mit einem Neurinom in keinem Fall eine Anreicherung. Die gammaencephalographische Untersuchung erbrachte bei PLANIOL (1963) in 64 % pathologische Befunde. Die Anreicherungsgrade bei Neurinomen und ihre Verteilungsmuster waren uncharakteristisch. Sie erlaubten keine Artdiagnose.

Hypophysentumoren.

Die Patienten mit einem Hypophysentumor kamen ebenfalls entsprechend dem langsamen Wachstum des Tumors erst mehrere Jahre nach Krankheitsbeginn zur szintigraphischen Untersuchung.

Tabelle 2o: Die Ergebnisse der Szintigraphie bei Hypophysentumoren.

Anzahl	+	(+)	-
13	5 (38 %)	3 (24 %)	5 (38 %)

Die Anreicherungen waren bei 3 Patienten umschrieben, dabei handelte es sich in allen Fällen um ein chromophobes Adenom. Die abgebildete Intensität lag zwischen Grad III und Grad IV. Aus Lokalisation und klinischen Unterlagen war eine Vermutungsdiagnose möglich.

Negative Szintigramme erhielten wir bei sehr kleinen Hypophysenadenomen.

Der Vergleich mit anderen Untersuchungsmethoden zeigt den Wert der Röntgen-Nativaufnahme.

Tabelle 21: Untersuchungsergebnisse bei 13 Hypophysentumoren (in Prozent).

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	33	33	34
ECHO	2o	2o	6o
RÖNTGEN-NATIV	83	17	-
ANGIOGRAPHIE	5o	42	8
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	75	-	25
SZINTIGRAPHIE	38	24	38

(Symbolerklärung s. Fußnote S. 24).

Wir wiesen somit 38 % der Hypophysentumoren nach. Bei der Auswertung mit klinischen Unterlagen stieg der Prozentsatz auf 62 %. SCHNEIDER (1966) lag mit 6o - 7o % deutlich höher. Allerdings ist nicht bekannt, ob mit klinischen Unterlagen ausgewertet wurde.
DEISENHAMMER und Mitarbeiter (1968) konnten nur zu 17 % Tumoren im Sellabereich lokalisieren. OVERTON und Mitarbeiter (1965) berichteten über größte diagnostische Schwierigkeiten bei Sellatumoren. BULL (1965) konnte in keinem Fall einen Hypophysentumor nachweisen.

Nach unseren Beobachtungen sind kleinere Tumoren der Hypophyse kaum nachzuweisen. Muskulatur und Pneumatisa-

tionsräume reichern sehr stark an, so daß die Differentialdiagnose zwischen normaler Anreicherung und pathologischer Speicherung in diesem Gebiet sehr schwer fällt. Nur größere Tumoren lassen sich im Szintigramm feststellen. Diagnostisch wertvoll ist die Röntgen-Nativaufnahme. Sie gibt häufig die besten Hinweise auf einen Hypophysentumor.

Pinealom.

Nur einen Patienten mit einem Pinealom konnten wir untersuchen. Im Szintigramm erbrachten alle Routineableitungen negative Befunde.

Seltene primäre Hirntumoren.

Die folgende Tabelle schlüsselt die seltenen Hirntumoren auf:

Tabelle 22: Die Ergebnisse der Szintigraphie bei den seltenen primären Hirntumoren.

Tumor	Anzahl	+	(+)	-
Teratom	1	-	-	1
Dermoidcyste	1	-	-	1
Cholesteatom	3	1	1	1
Papillom	1	1	-	-
Osteom	2	-	1	1
Tuberkulom	1	1	-	-
Cholesterin. Granulom	1	-	1	-
Angioblastom	1	-	-	1
Angiofibrom	1	-	1	-
Phaeochromocytom	1	-	-	1
Lipom	2	-	1	1
Glomustumor	1	1	-	-
unbekannt	1	1	-	-
Zusammen:	17 (1oo %)	5 (29 %)	5 (29 %)	7 (42 %)

Aus unserer Zusammenstellung geht hervor, daß wir 17 Patienten szintigraphisch untersucht haben. Bei 5 Patienten kam es im Szintigramm zu Anreicherungen. Ein etwa pflaumengroßes Plexuspapillom kam mit mittlerer Intensität in umschriebener Anreicherung zur Darstellung. Dabei gaben EEG und Pneumencephalographie die besten Hinweise.

Auch ein im linken Kleinhirnbereich lokalisiertes Tuberkulom ließ sich als unscharf umschriebene Anreicherung erkennen. Ein Glomustumor kam als etwa pflaumengroße Anreicherung rechts frontobasal zur Darstellung. Ein nicht klassifizierbarer Tumor des Kleinhirns ließ sich ebenfalls szintigraphisch nachweisen.

Bei allen pathologischen Befunden war die Intensität schwach bis mittel, das Anreicherungsmuster war uncharakteristisch.

Die Tumoren ohne Anreicherung im Szintigramm waren ausschließlich im Kleinhirnbereich und in basalen Hirnarealen lokalisiert.

Wir konnten von den seltenen Hirntumoren 29 % szintigraphisch nachweisen. Wegen des geringen Beobachtungsmaterials konnten wir keine Aussagen bezüglich des Zeitintervalls oder anderer Routineuntersuchungsmethoden machen. Die besten Ergebnisse brachte die Pneumencephalographie. Allerdings war hier die hohe Treffsicherheit durch eine positive Auslese bedingt.

Hirnmetastasen.

Wir konnten 46 Patienten mit Hirnmetastasen untersuchen. Dabei gab die Szintigraphie bei 29 Patienten einen exakten Hinweis.

Tabelle 23: Ergebnisse der Szintigraphie bei Hirnmetastasen.

Anzahl	+	(+)	-
46	29 (63 %)	5 (11 %)	12 (26 %)

Die occipital gelegenen Metastasen kamen besonders in der posterioren - anterioren Ableitung zur Darstellung. Die Anreicherung war in der Mehrzahl der Fälle Grad III bis Grad II, aber auch sehr starke Speicherungen kamen vor. Das Verteilungsmuster reichte von scharf umschrieben bis unscharf umschrieben. Mehrmals konnten multiple Herdbildungen gesehen werden.

Die negativen Szintigramme erhielten wir von Patienten mit Kleinhirnmetastasen.

Die fraglich positiven Befunde erbrachten Tumoren mit occipitaler oder basaler Lokalisation.

Die klinischen Angaben bei den untersuchten Patienten waren durchweg exakt und ausreichend. In fast allen Fällen war die Diagnose auf Metastasen vor Anforderung eines Szintigrammes gestellt worden.
Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse bei anderen Untersuchungsmethoden:

Tabelle 24: Untersuchungsergebnisse bei 46 Patienten mit Hirnmetastasen. (in Prozent):

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	55	33	12
ECHO	34	14	52
RÖNTGEN-NATIV	34	16	5o
ANGIOGRAPHIE	83	7	1o
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	keine Aussage möglich		
SZINTIGRAPHIE	63	11	27

Hirnmetastasen konnten wir in 63 % der Fälle bestätigen. Zusammen mit den fraglich positiven Befunden stieg die Trefferrate auf 74 %. Über eine ähnliche Trefferrate berichtete 1966 WILCKE. DE ROO (1967) konnte in etwa 73 % Metastasen lokalisieren. Deutlich höher lagen die Ergebnisse anderer Untersucher. SCHNEIDER (1966) gab 8o - 9o % an; OVERTON und Mitarbeiter (1965) 82 %;

DEISENHAMMER und Mitarbeiter (1968) 82 %; BUCY und CIRIC (1964) 9o %; PLANIOL (1961) 95 %; PLANIOL (1963) 9o %; RHOTON jr. und Mitarbeiter (1966) 78 %. Die Ergebnisse sind je nach Krankengut und Auswertmethoden gewissen Schwankungen unterworfen. Dabei dürfte der Auswertung in Verbindung mit klinischen Unterlagen wichtige Bedeutung zukommen.

Die nachgewiesenen Herdbildungen speicherten die Tracersubstanzen gut, gelegentlich konnte man Intensitätsabbildungen beobachten, die denen des Meningeoms ähnelten. Deshalb dürfte hier die Differentialdiagnose Schwierigkeiten bereiten. Obwohl wir occipital gelegene Tumoren, vor allem in der pa-Ableitung, nachweisen konnten, erbrachte die Mehrzahl der Tumoren dieser Lokalisation negative oder fraglich positive Befunde. Schwierigkeiten bereiteten ebenfalls Tumoren, die in basalen Hirnabschnitten lagen.

Hervorzuheben ist, daß in einigen Fällen multiple Herde nachgewiesen werden konnten, was die Differentialdiagnose außerordentlich erleichterte.

Tabelle 25: Die Ergebnisse der Szintigraphie bei Carcinom-Metastasen nach Primärtumoren aufgeschlüsselt.

Primär-Carcinom	Anzahl	+	(+)	-
Lunge	9	4	3	2
Rectum	4	2	-	1
Magen	2	1	-	1
Gallenblase	1	1	-	-
Niere	1	1	-	-
Mamma	1	1	-	-
Uterus	1	1	-	-
Ovar	1	1	-	-
Genitale	1	1	-	-
Prostata	1	1	-	-
Schilddrüse	1	-	1	-
andere Metastasen	23	15	1	7
Zusammen:	46	29 (63 %)	5 (11 %)	12 (26 %)

Tumoren ohne Artdiagnose.

Hierunter verstehen wir alle Tumoren, die histologisch nicht oder nicht eindeutig abgeklärt werden konnten. Eine operative Therapie wurde meist wegen des Alters der Patienten oder wegen der Tumorlokalisation abgelehnt.

In jedem Fall wurde die Diagnose Tumor durch Klinik, andere Untersuchungsmethoden oder durch den Verlauf gesichert.

Tabelle 26: Ergebnisse der Szintigraphie bei Tumoren ohne Artdiagnose.

Anzahl	+	(+)	-
42	23 (55 %)	8 (19 %)	11 (27 %)

Da verschiedene Tumortypen erfaßt wurden, ist auch das Anreicherungsbild im Szintigramm recht variabel. Es kam zu meist umschriebenen Anreicherungen mit unterschiedlichen Verteilungsmustern. Die abgebildete Intensität war in der Mehrzahl der Fälle Grad III. Die Tumoren waren in allen Hirnarealen lokalisiert. Auch occipital und im Bereich der Stammganglien gelegene Tumoren konnten szintigraphisch dargestellt werden.
Trotzdem lagen die Tumoren, die nicht anreicherten, in occipitalen Arealen, oder im Bereich des Stammhirns. Sie erbrachten entweder negative oder fraglich positive Befunde. Die Abb. 3 zeigt deutlich, wie sich die Trefferrate zu ungunsten der Tumoren im Stammhirnbereich verschiebt.

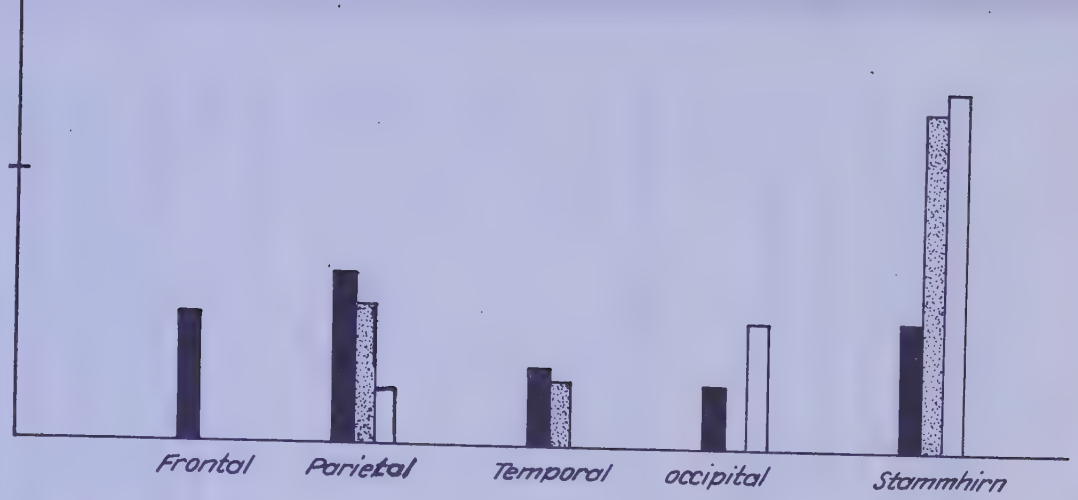


Abb. 3: Tumoren ohne Artdiagnose, aufgeschlüsselt nach Ergebnissen und Lokalisationen.

Die Tabelle 27 liefert einen Vergleich mit den Ergebnissen anderer Untersuchungsmethoden. Danach sind Angiographie und Pneumencephalographie anderen Untersuchungsmethoden überlegen.

Tabelle 27: Untersuchungsergebnisse bei 42 Tumoren ohne Artdiagnose (in Prozent):

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	74	23	3
ECHO	54	-	46
RÖNTGEN-NATIV	4o	2o	4o
ANGIOGRAPHIE	91	9	-
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	bei 14 Untersuchungen = 14 pathologische Befunde		
SZINTIGRAPHIE	55	19	26

Tumoren ohne Artdiagnose konnten wir in 55 % exakt nachweisen. Wir erfaßten in dieser Erkrankungsgruppe ein Mosaik verschiedener histologischer Tumortypen. Dies kam in der unterschiedlichen Speicherung und in dem verschiedenen Anreicherungsmuster zum Ausdruck.
Schwierig zu lokalisieren waren Tumoren des Kleinhirnbereichs. Größte Schwierigkeiten bereiteten auch Tumoren des Stammhirnes.

Szintigraphische Untersuchungen nach Tumor-Resektion.

Nach der Resektion eines Tumors ist das frühzeitige Erfassen von Rezidiven wichtig. 36 Patienten mit vorhergehendem operativem Eingriff konnten wir untersuchen.

Tabelle 28: Ergebnisse der Szintigraphie bei Untersuchungen nach Tumorresektion.

Anzahl	+	(+)	-
36	21 (58 %)	6 (17 %)	9 (25 %)

Dabei kam es bei 21 Patienten zu Anreicherungen im Szintigramm. Die Anreicherungen waren umschrieben und erreichten Grad III bis Grad II. Die Diagnose Rezidiv bereitete bei Untersuchungen, die kurzfristig der Operation folgten, gewisse Schwierigkeiten. Denn hier kam es in den ersten Wochen nach der Operation zu Anreicherungen im Bereich der Kraniotomie und im Bereich des Operationsoedems. Bei einem Patienten mit einem Angioblastom konnten wir durch Verlaufsbeobachtungen den Verdacht auf Rezidiv ausschließen. In den ersten Wochen post operationem kam es zu einer deutlichen Anreicherung im Szintigramm, die jedoch nach 2 Monaten wieder verschwunden war.

Aus der folgenden Tabelle geht der Wert der Szintigraphie in der postoperativen Rezidivdiagnostik hervor.

Tabelle 29: Untersuchungsergebnisse bei 36 Patienten, die nach Tumorresektion szintigraphisch untersucht wurden (in Prozent):

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	47	47	6
ECHO	53	6	41
RÖNTGEN-NATIV	12	29	59
ANGIOGRAPHIE	59	18	13
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	43	57	-
SZINTIGRAPHIE	58	17	25

Die Szintigraphie eignet sich hervorragend zur postoperativen Überwachung eines Patienten. Da man einem Patienten nach Operation eines Hirntumors die eingreifendere Diagnostik mit Kontrastmitteln kaum zumuten kann, ist hier die weniger belastende Szintigraphie die Methode der Wahl. Schwierigkeiten bereiteten Untersuchungen, die unmittelbar einer Operation folgten, da es gelegentlich zu operationsbedingten Anreicherungen kam (WILKINS, 1967).

Verlaufsbeobachtungen mit kurzlebigen Isotopen waren jedoch geeignet, zwischen Anreicherungen dieser Art und Rezidiven zu unterscheiden.

Verdacht auf Tumor.

121 Patienten, bei denen ein Verdacht auf Tumor ausgesprochen worden war, untersuchten wir mit Radioisotopen. Bei 13 Patienten kam es zu schwächeren bis mittleren Anreicherungen. Allerdings genügten diese Befunde in Verbindung mit den Befunden anderer Untersuchungsmethoden nicht, den Verdacht auf Tumor zu erhärten. Zum größten Teil befinden sich diese Patienten noch in klinischer Überwachung.
Eine Auswertung dieses Materials wurde nicht vorgenommen.

Tabelle 3o: Die Ergebnisse der Szintigraphie bei Patienten mit einem fraglichen Tumor.

Anzahl	+	(+)	-
121	13 (1o,7 %)	73 (6o,3 %)	35 (29,o %)

ZUSAMMENFASSUNG:

Die Hirntumoren und ihre Nachweisbarkeit im Szintigramm.

Wir haben 278 Patienten mit einem Tumor szintigraphisch untersuchen können (Tab. 31 und Abb. 4). Zwei Szintigramme waren nicht auszuwerten.

Einen deutlichen Tumorhinweis gaben 71 % der abgeleiteten Szintigramme. Fraglich positiv und nur mit klinischen Unterlagen auszuwerten waren 11 %. 18 % der Szintigramme blieben negativ.

BUCY und CIRIC (1965) erreichten eine Trefferrate von 82 %, wobei 74 % der Tumoren exakt lokalisiert werden konnten. Um eine bessere Übersicht zu erreichen, haben wir die Ergebnisse anderer Untersucher in einer Tabelle zusammengefaßt (Tabelle 32).

Die unterschiedlichen Ergebnisse waren durch unterschiedliches Krankengut und unterschiedliche Auswertungsmethoden bedingt, wobei der Auswertung in Verbindung mit den klinischen Unterlagen eine erhebliche Bedeutung zukam (WILCKE, 1966). Dies zeigten auch die Ergebnisse einer kritischen Auswertung ohne Kenntnis der klinischen Unterlagen (ABASSIOUN und Mitarbeiter, 1966), wo der Prozentsatz der richtig gedeuteten Szintigramme um 6o % lag. Die Kenntnis der klinischen Unterlagen erhöhte die Aussagekraft der

Szintigraphie deutlich. In unserem Krankengut konnte die Trefferrate durch Einbeziehen der klinischen Unterlagen um 11 % auf etwa 82 % erhöht werden. Aber auch der Erfahrung des Untersuchers kam in diesem Zusammenhang wichtige Bedeutung zu (ECK, 1966).

Die höchste Trefferrate erbrachten bei uns die Glioblastomen, gefolgt von Oligodendrogliomen und Meningeomen (Abb. 4). Am schlechtesten waren im Stammhirn lokalisierte Tumoren und Neoplasien der Hypophyse zu erfassen.

Für den Erfolg der szintigraphischen Untersuchung muß man nach unseren Erfahrungen 3 Faktoren verantwortlich machen: Speicherrate des Tumors, seine Größe und seine Lokalisation. Hohe Speicherraten haben gut vaskularisierte Tumoren wie das Glioblastoma multiforme und das Meningeom. Sie waren auch gut nachzuweisen. DEREYMAKER und Mitarbeiter (1967), DEISENHAMMER und Mitarbeiter (1968) führten dies auf Volumen und Menge der Blutgefäße zurück. Der zweite Faktor, der eine Einschränkung in der szintigraphischen Diagnostik bringt, ist die Tumorgröße. Wir versuchten die Tumorgröße anhand des Zeitintervalles zwischen szintigraphischer Untersuchung und Symptomenbeginn in der präoperativen Diagnostik zu berücksichtigen. Dabei zeigte sich, daß bei dem schnell infiltrierend wachsenden Glioblastom der Zeitintervall keine so große Rolle spielt. Benigne Tumoren mit langsamer Wachstums-

tendenz sind jedoch umso eher nachzuweisen je später die szintigraphische Untersuchung nach Symptomenbeginn liegt. YAMAMOTO (1964) berichtete, daß in seinem Krankengut negative Resultate grundsätzlich durch kleine Tumoren bedingt waren. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen 1964 FEINDEL und Mitarbeiter. Eindrucksvoll in dieser Beziehung waren die Phantommessungen von BOUCEK und KVICALA (1961). Bei Markierung mit J^{131} und einem Anreicherungsverhältnis von 4 : 1 mußte der Tumor bei mittlerer Lage ein Volumen von 5o cm^3 haben, um nachweisbar zu sein.

Aus diesen und unseren Untersuchungen geht hervor, wie wichtig für eine Nachweisbarkeit die Lokalisation des Tumors ist. Da Muskulatur und Pneumatisationsräume wesentlich leichter als Hirngewebe anreichern, sind der szintigraphischen Erfassung in diesen Bereichen Grenzen gesetzt (BULL 1965, BOUCEK und KVICALA 1961).

Basal gelegene Tumoren und Tumoren der hinteren Schädelgrube können sich somit häufig dem Nachweis entziehen. BUCY und CIRIK (1965) konnten nur zu 47 % infratentoriell gelegene Tumoren lokalisieren, dagegen zu 83 % supratentoriell gelegene. KAPLAN (1962) hatte die häufigsten Fehldiagnosen bei Tumoren der Basis und hinteren Schädelgrube.

Während die Lokalisation eine kaum zu berücksichtigende Größe ist, kann man die Tumorgröße einkalkulieren. Bei massivem Verdacht auf eine Raumforderung können Verlaufsbeobachtungen mit kurzlebigen Isotopen den Tumor lokalisieren helfen. In dieser Hinsicht sprechen auch die guten Ergebnisse in der postoperativen Überwachung eines Patienten.

Der Grad der abgebildeten Intensität im Szintigramm ist bei Meningeomen sehr hoch. In der Mehrzahl der Fälle jedoch schwankt er zwischen Grad II, Grad III und Grad IV. Das Intensitätsmuster ist unterschiedlich ausgeprägt. Bei Meningeomen ist es wegen des fehlenden Umgebungsoedems umschrieben, bei Glioblastomen umschrieben oder diffus. Aber auch bei den anderen Tumoren lassen sich ähnliche Muster beobachten.

Im Ganzen gesehen sind hoher Anreicherungsgrad und umschriebene Intensitätsmuster nur bei Meningeomen in etwa charakteristisch. Gelegentlich macht die Differentialdiagnose zu Metastasen Schwierigkeiten. Bei allen anderen Tumoren sind Grad der Anreicherung und Verteilungsmuster uncharakteristisch, so daß keine Aussagen vom Szintigramm her über die Histologie eines Tumors gemacht werden können. Eine wertvolle Hilfe

bieten Anamnese, klinischer Befund und gewisse topographische Kriterien.

Bezüglich der Artdiagnose ist die Szintigraphie der Gammaencephalographie unterlegen (PLANIOL, 1964; WENDE, 1963; DI CHIRO, 1961; VAN ECK, 1966), die bei Metastasen, Meningeomen und Glioblastomen zu 7o % eine Artdiagnose stellen kann.

Die Tabelle 33 und Abb. 5 vergleichen die einzelnen Untersuchungsmethoden miteinander. Die Szintigraphie ist bei Tumoren ein geeignetes diagnostisches Verfahren. Es belastet den Patienten nicht und kann darüberhinaus den Tumor in einem dreidimensionalen Bild darstellen. Diese einfache plastische Darstellung eines Tumors wird von anderen Verfahren kaum erreicht.

Tumor	Anzahl	+	(+)	−	
Glioblastom	68	64	1	3	
Astrozytom	14	9	2	3	
Medulloblastom	2	2	–	–	
Oligodendrogliom	12	10	1	–	1 Szintigramm nicht auszuwerten
Spongioblastom	2	1	–	1	
Ependymom	2	1	–	–	1 Scan war nicht auszuwerten
Gliom (unklass.)	15	11	2	2	
Meningeom	36	31	2	3	
Neurinom	8	5	2	1	
Hypophysen-Tumor	13	5	3	5	
Epiphysen-Tumor	1	–	–	1	
Seltene primäre Hirntumoren	17	5	5	7	
Metastasen	46	29	5	12	
Tumoren ohne Artdiagnose	42	23	8	11	
Zusammen:	278	196	31	49	
		71%	11%	18%	

Tabelle 31: Zusammenfassende Übersicht über die Ergebnisse der Szintigraphie bei Hirntumoren.

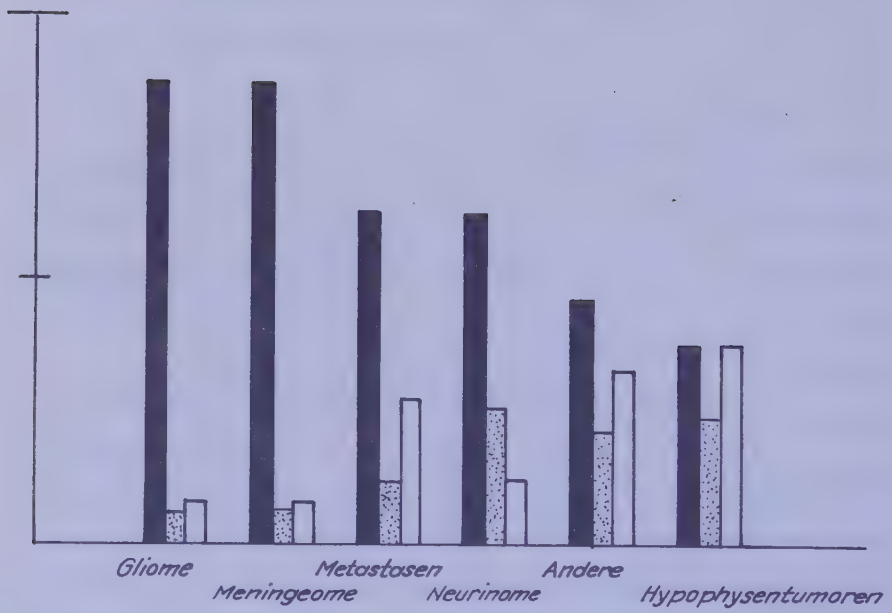


Abb. 4: Trefferrate der Szintigraphie bei verschiedenen Hirntumoren.

	Overton et Al 1965	Goodrich et Al 1963	Loken et Al 1967	Mc. COrmack and Newton 1968	Afifi et Al 1965	Eigene Ergebnisse
EEG	71	67	–	–	60	61
Röntgen - Nativ	37	39	–	–	17	38
Angiografie	84	85	72	79	91	85
PEG	91	80	78	85	86	79
Szintigrafie	84	85	78	68	48	82

Tabelle 32: Vergleich der eigenen Ergebnisse mit den Ergebnissen anderer Untersucher bei der szintigraphischen Untersuchung von Hirntumoren (in Prozent).

Methode	+	(+)	-
EEG	61	28	11
Echo	51	9	40
Röntgen - Nativ	38	17	45
Angiografie	85	8	7
PEG	79	9	12
Szintigrafie	71	11	18

Tabelle 33: Die Ergebnisse anderer Untersuchungsmethoden bei dem Nachweis von Hirntumoren (in Prozent).

(Symbolerklärung s.Fußnote S. 24).

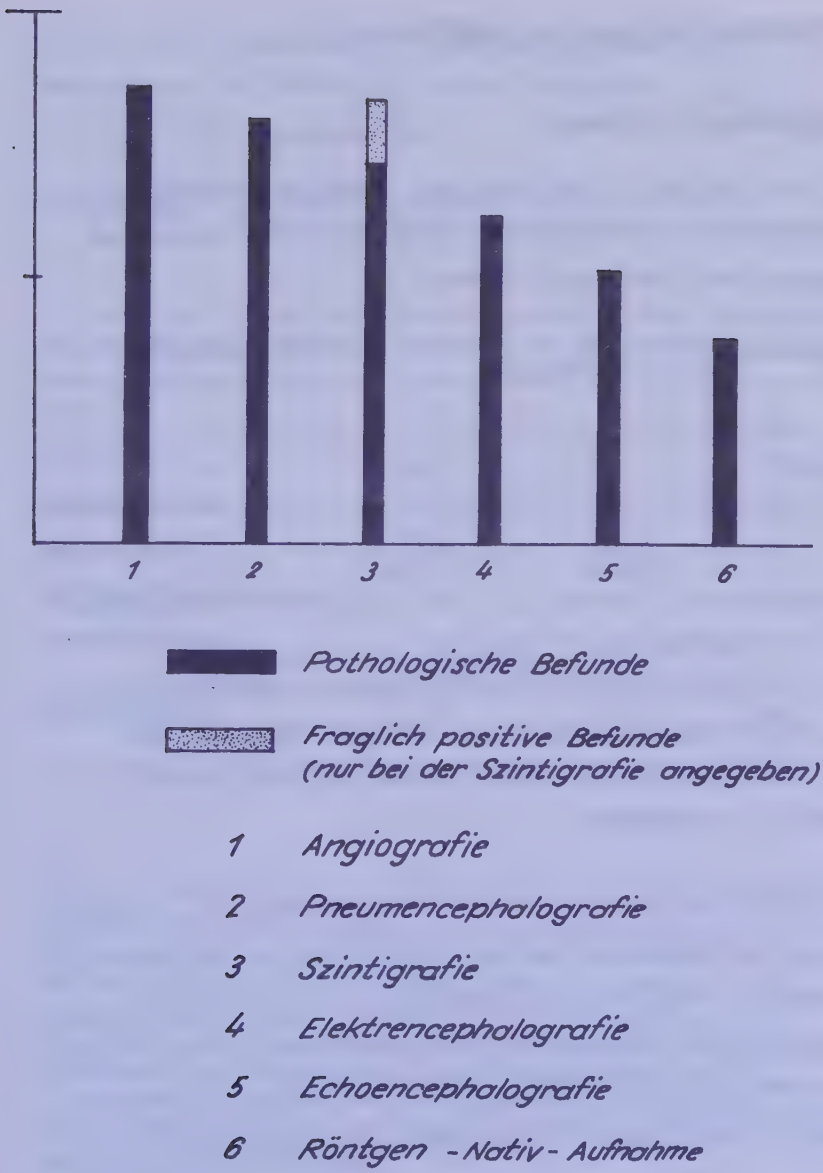


Abb. 5: Ergebnisse der in der neurologischen Diagnostik üblichen Untersuchungsmethoden beim Nachweis von Hirntumoren.

B. Die Hirnszintigraphie bei Gefäßleiden.

Subarachnoidalblutungen.

Wir untersuchten 13 Patienten mit einer Subarachnoidalblutung. Bei 9 Patienten war die Ruptur eines Aneurysmas Ursache einer derartigen Blutung.

Tabelle 34: Ergebnisse der Szintigraphie bei Subarachnoidalblutungen.

Anzahl	+	(+)	-
13	2 (15 %)	3 (23 %)	8 (62 %)

Bei 5 Patienten kam es im Szintigramm zu Anreicherungen, in 3 Fällen davon mußten die klinischen Unterlagen zu Hilfe genommen werden, um den Befund als exakt pathologisch zu bezeichnen.

Die Anreicherungsintensität war in allen Fällen nur schwach, das Verteilungsmuster unscharf bis diffus. Das Zeitintervall hatte hier eine besondere Bedeutung. Die Patienten mit pathologischen Befunden im Szintigramm waren in den ersten zwei Wochen nach dem Ereignis von uns untersucht worden. Anreicherungen nach 14 Tagen kamen nur in einem Fall vor.

Wenn man die Ergebnisse der szintigraphischen Untersuchung mit den Ergebnissen anderer Methoden vergleicht, so ergibt sich folgendes Bild:

Tabelle 35: Untersuchungsergebnisse bei 13 Patienten mit einer Subarachnoidalblutung (in Prozent).

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	67	-	33
ECHO	-	-	1oo
RÖNTGEN-NATIV	-	-	1oo
ANGIOGRAPHIE	69	-	31
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	-	-	-
LIQUORPUNKTION	in allen Fällen xanthochrom bis blutig		
SZINTIGRAPHIE	15	23	62

In allen Fällen gab die Liquorpunktion wichtige diagnostische Hinweise. Die Angiographie war hier besonders wertvoll, da es mit ihr gelang, auch die Ursache einer Blutung aufzuspüren. In 69 % war sie positiv und ließ Aneurysmen als Blutungsursache erkennen. Sie stellte die einzige Methode dar, die Quelle einer Subarachnoidalblutung zu objektivieren.

Subarachnoidalblutungen ließen sich unter Einbeziehen der Anamnese und klinischen Unterlagen zu 38 % im Szintigramm nachweisen. Am wahrscheinlichsten ist der Nachweis während der ersten 14 Tage nach Blutungsereignis. Wegen der basalen Lokalisation und schwacher Anreicherung ist die Kenntnis der klinischen Unterlagen in jedem Falle wichtig.

Intracerebrale Blutungen.

Histologisch ist die frische Blutung gekennzeichnet durch ein Gebiet cerebraler Gewebszerstörung mit angehäuften halbflüssigen hämorrhagischen Maßen. Eine 5 - 1o Tage alte Blutung bietet das charakteristische Bild eines soliden, dunkelbraunen Koagels mit einem Rand von ödematösem Hirngewebe, das von petechialen Blutungen umgeben ist. Nach und nach löst sich das Koagel auf und das Blut wird resorbiert.

Ursachen für intracerebrale Blutungen können sein: Traumen, Hirnarteriosklerose in Verbindung mit einer Hypertension, Gefäßanomalien.

Wir konnten 22 Patienten mit intracerebralem Hämatom szintigraphisch untersuchen.

Tabelle 36: Ergebnisse der Szintigraphie bei Patienten mit einer intracerebralen Blutung.

Anzahl	+	(+)	-
22	11 (5o %)	7 (32 %)	4 (18 %)

Die Anreicherungen bei den pathologischen Szintigrammen erreichten Grad III oder Grad IV. Das Intensitätsmuster war unterschiedlich ausgeprägt. In der ersten Woche nach dem Ereignis angefertigte Szintigramme brachten Anreicherungsmuster, die nicht sicher abzugrenzen waren. Sie waren unscharf begrenzt oder mehr diffus. Je nach Blutungsareal kamen verschiedene Formen zur Darstellung. Auch halbmondförmige Herde, wie man sie bei den subduralen Hämatomen kennt, kamen zur Darstellung. Nach 8 Tagen wurden die Anreicherungen mehr umschrieben und konnten dann in der Abgrenzung von Neoplasmen Schwierigkeiten bereiten.

Die fraglich positiven Befunde erhielten wir von Patienten, die in der ersten oder jenseits der zweiten Woche nach dem akuten Ereignis zur szintigraphischen Untersuchung gekommen waren.
Auch die negativ gebliebenen Szintigramme wurden in der

ersten oder jenseits der 2. Woche abgeleitet. Dabei handelte es sich bei 2 Patienten um Angiomblutungen, die in occipitalen Hirnbereichen lokalisiert waren.

Die klinischen Angaben bei szintigraphischer Untersuchung über den betreffenden Patienten beschränkte sich durchweg auf die Angaben allgemeiner Symptome. Bei retrospektiver Betrachtung wären auch die fraglich positiven Befunde als pathologisch zu bewerten gewesen, wenn von der Klinik her exakte Angaben gemacht worden wären.

Interessant waren die Verlaufsbeobachtungen, die wir bei drei Patienten machen konnten. Ein Patient kam nach 16 Tagen zur Untersuchung. Das Szintigramm war pathologisch. Zwei Wochen später konnte nur noch eine fraglich pathologische Anreicherung festgestellt werden. Nach mehreren Monaten kam es nicht mehr zu einer Anreicherung. Umgekehrt war ein frühzeitig abgeleitetes Szintigramm bei einem anderen Patienten negativ geblieben. Die Untersuchung nach 12 Tagen erbrachte einen eindeutig pathologischen Befund.

Aus der Tabelle 37 geht die hohe diagnostische Aussagekraft der Angiographie hervor. Wie bei den Subarachnoidalblutungen gelingt es mit dieser Untersuchungsmethode die Ursache der Blutung aufzuspüren. In unserem

Untersuchungsmaterial konnten so 6 Angiome nachgewiesen werden. Die Szintigraphie mit einer Trefferrate von 5o % wird aussagekräftiger, wenn der Untersucher die klinischen Unterlagen zu Hilfe nimmt. Die Trefferrate konnte dadurch bei uns auf 82 % gesteigert werden.

Tabelle 37: Untersuchungsergebnisse bei 22 Patienten mit einer intracerebralen Blutung (in Prozent):

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	68	32	-
ECHO	53	4o	7
RÖNTGEN-NATIV	8	15	77
ANGIOGRAPHIE	94	6	-
PNEUMENCEPHALOGRAMM	keine Aussage möglich		
SZINTIGRAPHIE	5o	32	18

Wir konnten somit in 5o % der Fälle intracerebrale Blutungen exakt lokalisieren. Nahmen wir die klinischen Unterlagen zuhilfe, stieg die Trefferrate auf fast 82 %. Die diagnostische Aussagekraft des Szintigrammes bei intracerebralen Hämatomen ist in der Literatur nur wenig beschrieben worden.

Über Herdbildungen bei intracerebralen Hämatomen berichteten AFIFI und Mitarbeiter (1965), MC CORMACK und NEWTON

(1966), WILCKE (1966), MERCHIE und MOUCHETTE (1962) (Digitalmethode).
OJEMANN und Mitarbeiter (1965) konnten von 12 intracerebralen Hämatomen alle mit Radio-Arsen lokalisieren. OVERTON III und Mitarbeiter (1965) fanden bei 5 Patienten 4 pathologische Szintigramme. DUGGER und PEPPER (1963) fanden bei 2 intracerebralen Hämatomen 2mal Herdbildungen. DE ROO (1967) lokalisierte in 4 von 1o Fällen intracerebrale Hämatome.

Nach den Beobachtungen von WILLIAMS und Mitarbeitern (1965) soll sich Hg ^{197}, Neohydrin in der Hämatomflüssigkeit anreichern. Das Verhältnis Hämatom : venöses Blut war 4 : 1.

Der Nachweis der intracerebralen Blutungen ist nach unseren Beobachtungen erheblich vom Zeitintervall (Abb. 6) zwischen akutem Ereignis und szintigraphischer Untersuchung abhängig. Ähnliche Beobachtungen machten OJEMANN und Mitarbeiter (1965) sowie WILLIAMS und BEILER (1966).

Intracerebrale Blutungen ließen sich am besten zwischen dem 4. und 14. Tag nach dem akuten Ereignis erfassen. Mit dieser zeitlich bedingten Nachweisbarkeit ergaben

sich gewisse Korrelationen zum pathologisch - histologischen Befund. Zwischen dem 4. und 14. Tag sind intracerebrale Blutungen charakterisiert durch ein Koagel, das von einem Oedem und petechialen Kleinblutungen umgeben ist.

Die Anreicherung war schwach bis mittel und kann entsprechend der Schädigung und den Regenerationsvorgängen auch Bilder, die man bei Tumoren findet, nachahmen. Deshalb muß die Artdiagnose hier Schwierigkeiten bereiten. Sehr wertvoll waren Anamnese und klinischer Befund. Besser waren Verlaufsuntersuchungen. Die anfänglich pathologischen Szintigramme wurden nach 2 bis 3 Wochen fraglich positiv und dann schließlich negativ.
Dies konnte man differentialdiagnostisch ausnützen bei der Abgrenzung von Tumoren.

Die Methode der Wahl war hier die Angiographie, weil sie häufig die Ursachen objektivieren konnte.

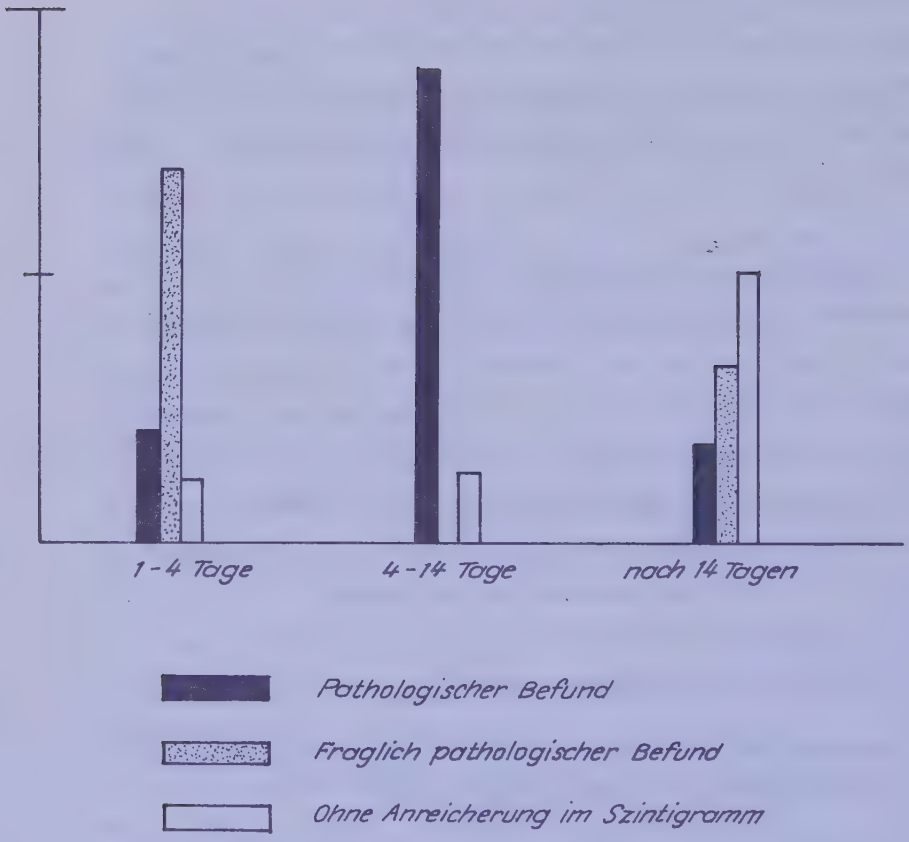


Abb. 6: Die Bedeutung des Zeitintervalles bei intracerebralen Hämatomen.

Subdurale Hämatome.

Wir untersuchten 9 Patienten mit einem subduralen Hämatom. Bei allen Patienten wurde die Diagnose neurochirurgisch bestätigt, so daß das zwar kleine Krankengut zuverlässige Aussagen ermöglicht.

Tabelle 38: Ergebnisse der Szintigraphie bei Patienten mit einem subduralen Hämatom.

Anzahl	+	(+)	-
9	4 (44 %)	2 (22 %)	3 (34 %)

5 Blutungen waren traumatisch bedingt, 4 Blutungen im Verlaufe einer Pachymeningeosis hämorrhagica interna entstanden. In 4 Szintigrammen kam es zu Anreicherungen. Die Blutungen waren dabei nach vorausgegangenem Trauma entstanden. 1 fraglich pathologischer Befund und alle negativen Szintigramme betrafen Blutungen bei bestehender Pachymeningeosis hämorrhagica interna.

Die abgebildete Intensität bei den pathologischen Befunden war mittel (= Grad III). Das Anreicherungsmuster reichte von sichelförmig - entsprechend anatomischer Gegebenheiten - bis oval unscharf. Bei den Grenzbefunden war es mehr diffus.

Alle pathologischen Anreicherungen waren am besten in der anterioren - posterioren Ableitung zu erkennen.

Während bei den intracraniellen Blutungen die Bestimmung eines Zeitintervalles keine Schwierigkeiten bereitete, war dies bei den subduralen Hämatomen zunächst nicht möglich.

Subdurale Blutungen traumatischer Genese besitzen häufig ein freies Intervall. Das heißt: Zwischen Trauma und dem Beginn symptomreicher Zeichen vergeht eine gewisse Zeit. Dieses Intervall ist bei akuten Verlaufsformen nicht vorhanden. Hier setzt die Symptomatik sofort ein (ISFORT, 1967; LOEW und WÜSTNER, 196o).
Bei subakuten und mehr chronischen Formen vergeht eine mehr oder minder lange Zeit zwischen Trauma und Beginn einer deutlichen Symptomatik.
Mit diesen subakuten und chronischen subduralen Blutungen hatten wir es in unserem Krankengut zu tun.

Um auch hier eine Beziehung zwischen Krankheitsbeginn und der szintigraphischen Untersuchung herzustellen, wählten wir als Bezugspunkt das Einsetzen symptomreicher Zeichen nach dem freien Intervall. Dabei ergab sich folgendes Bild:

Ähnlich wie bei den cerebralen Insulten lag das Maximum der Nachweisbarkeit in der zweiten Woche nach Symptomenbeginn, reichte aber bis zur 4. und 6. Woche.

Bei unseren fraglich pathologischen Befunden lag in einem Fall die szintigraphische Untersuchung in der ersten Woche. In dem anderen Fall handelte es sich um ein subdurales Hämatom, das auf eine hämorrhagische Diathese zurückging, verursacht durch eine perakute hämorrhagische Encephalitis.

Die negativen Szintigramme fanden wir ausschließlich bei Pachymeningeosis hämorrhagica interna. Wahrscheinlich blieb wegen des langsamen, schubweisen Verlaufes genug Zeit zu Restitutionsvorgängen. Die Angabe eines Fixpunktes und damit eines Zeitintervalles war hier nicht möglich.

In der Tabelle 39 sind die Ergebnisse anderer Untersuchungsmethoden zusammengefaßt. Die Nativaufnahme war nur selten verwertbar. Die Echoencephalographie und Elektroencephalographie gaben in 71 % Hinweise. Die Angiographie war auch hier allen anderen diagnostischen Verfahren überlegen.

Wir erreichten bei der szintigraphischen Untersuchung von subduralen Hämatomen eine Trefferrate von 44 %. Bei Auswertung unter Zuhilfenahme von Anamnese und klinischem Befund stieg die Nachweisbarkeit um weitere 22 %.

Tabelle 39: Untersuchungsergebnisse bei 9 Patienten mit einem subduralen Hämatom (in Prozent):

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	67	22	11
ECHO	78	-	22
RÖNTGEN-NATIV	11	-	89
ANGIOGRAPHIE	1oo	-	-
PNEUMENCEPHALOGRAMM	-	-	-
STAUUNGSPAPILLE	55	11	34
SZINTIGRAPHIE	44	22	34

Die Szintigraphie ist somit ein durchaus brauchbares Verfahren zum Nachweis subduraler Hämatome. (AFIFI und Mitarbeiter (1965), GROS und Mitarbeiter (1965), HEISER und QUINN (1966), BULL (1965), WILCKE (1966), WILLIAMS und BEILER (1966), BRINKMANN und Mitarbeiter (1962)). DE ROO (1967) erreichte eine Trefferrate von 67 %.

In unserem Krankengut kam es nur bei subduralen Hämatomen traumatischer Genese zu pathologischen Anreicherungen, und auch hier nur in der zweiten Woche nach dem Einsetzen neurologischer Ausfallserscheinungen. Die Ableitungen in der ersten Woche und jenseits der sechsten Woche brachten fraglich positive oder negative Ergebnisse.

Wegen des unterschiedlich ausgeprägten Intensitätsmusters konnte nur die Diagnose auf eine Schrankenstörung gestellt werden. Sichelförmige Anreicherungen dürften charakteristisch sein. Wir fanden sie jedoch auch bei intracerebralen Hämatomen und vor allem bei den später zu besprechenden Mediaverschlüssen. HEISER und QUINN wiesen 1966 darauf hin, daß es zu sichelförmigen Anreicherungen kommen kann bei Malazien, Folgezuständen nach Carotisverschluß, Kraniotomien und metastasierenden Carcinomen.

Die verschiedenen Formen der subduralen Hämatomen, wie sie von TÖNNIS, W., E.SCHMIDT-WITTKAMP und W. WALTER (1963) beschrieben wurden, finden - soweit dies bei dem untersuchten Krankengut gesagt werden kann - keinen Niederschlag im Szintigramm.

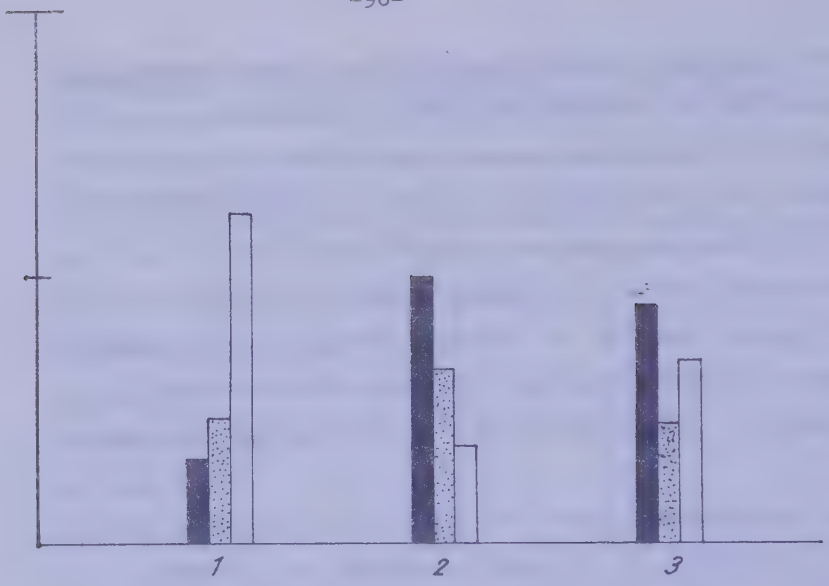


Abb. 7: Vergleich der Befunde bei szintigraphischer Untersuchung von Subarachnoidalblutung, intracerebraler Blutung und subduralem Hämatom.

Encephalomalazien.

Mangeldurchblutung kleinerer Hirnareale durch eine Verlegung einer Arterie führen zu einer Hirnerweichung, einer Encephalomalazie. Dies bedeutet nach HAMPERL (1966) eine infarktartige Nekrose des Parenchyms. Zunächst zeigen sich derartige Herde als Abblassung, dann treten Veränderungen auf, die man als Verflüssigung oder als Erweichung bezeichnen kann.

Das Bild wird vom Gewebszerfall beherrscht. Ganglienzellen und Gliazellen verschwinden, die Markscheiden zerfallen, das Myelin wird abgebaut.
Die Gefäße, die den Erweichungsherd durchsetzen sowie die gliösen Randschichten des Gehirns bleiben gewöhnlich vom Zelluntergang verschont.
Ist das nekrotische Parenchym verflüssigt und abgebaut, bleibt schließlich nur ein Hohlraum übrig.
Entsprechend der Ursache einer Gefäßverlegung kann man zwischen langsam einsetzenden Verschlüssen, wie thrombosierende Prozesse bei Hirnarteriosklerose, und mehr plötzlichen Ereignissen, zum Beispiel bei Hirnembolie, unterscheiden.
Wir haben bei unserer Auswertung zwischen Malazien, bedingt durch Verlegung größerer Gefäße und Malazien, verursacht durch Stenose oder Verschluß von kleineren Gefäßen unterschieden.

Malazien als Folge von Verschlüssen oder Stenosen der Arteria carotis interna.

Wir untersuchten in dieser Erkrankungsgruppe 25 Patienten, bei denen es zu Verschlüssen oder stenosierenden Prozessen im Bereich der Carotis interna gekommen war.

Tabelle 4o: Ergebnisse der Szintigraphie bei Patienten mit Verschluß oder Stenose der A. carotis interna.

Anzahl	+	(+)	-
25	1o (42 %)	7 (25 %)	7 (33 %)

Ein Szintigramm konnte nicht ausgewertet werden.

Die Szintigramme von 1o Patienten erbrachten deutlich pathologische Befunde. Das Anreicherungsmuster war meist streifenförmig oder bandförmig. Diffuse Verteilungsmuster kamen vor.
Die abgebildete Intensität lag zwischen Grad IV und Grad III.
Bei zwei Patienten mit diffusem Intensitätsmuster war es

zu Anreicherungen gekommen, die auf der Gegenseite des Carotisverschlusses lagen. Es handelte sich hierbei um den Zustand nach Carotisunterbindung bei einem 1o-jährigen Mädchen. Die szintigraphische Untersuchung war 21 Tage nach der Operation erfolgt. In dem anderen Fall war die Untersuchung 4 Tage nach dem Ereignis bei einem 52-jährigen Patienten durchgeführt worden. Die übrigen pathologischen Szintigramme waren zwischen der 2. und der 5. Woche angefertigt worden. Die negativen Befunde hatten einen Zeitintervall von 3 - 5 Tagen oder mindestens 4 Wochen.

Wir konnten in 42 % der Fälle Malacien als Folgen von Verschlüssen oder Stenosen der Carotisarterie nachweisen. Das Maximum an Nachweisbarkeit lag zwischen der ersten und der 4. Woche.

Eine frühzeitige szintigraphische Untersuchung erbrachte negative Befunde, konnte aber auch zu vorgetäuschten Anreicherungen der Gegenseite führen. Die Minderdurchblutung der Herdseite führte zu einem verminderten Isotopenangebot. Erst wenn das zu versorgende Areal maximal geschädigt war, kam es zu Anreicherungen. Langsam stenosierende Prozesse mit frühzeitiger Anastomosenbildung führten nicht zu vorgetäuschten Anreicherungen.

Malacien als Folge von Verschlüssen oder Stenosen der Arteria cerebri media.

Von 12 Verschlüssen oder Stenosen der Media kam es in 6 Fällen zu band- oder streifenförmigen Anreicherungen mittlerer Intensität. Eine umschriebene Anreicherung 6 Wochen nach dem Ereignis konnten wir beobachten. Der Zeitpunkt der szintigraphischen Untersuchung lag zwischen der 1. und der 5. Woche nach dem akuten Ereignis.

In einem Fall kam es zu einer vorgetäuschten Anreicherung der Gegenseite. Die szintigraphische Untersuchung war in der ersten Woche durchgeführt worden.

Von zwei embolisch bedingten Gefäßverlegungen führte die eine nach 7 Tagen zu einer unscharfen Anreicherung, die andere nach 5 Wochen zu einem deutlich bandförmigen Muster. Zu mehr bandförmigen Mustern führten auch zwei weitere Mediateilverschlüsse.

Da keine negativen Befunde in unserem Beobachtungsmaterial waren, konnten wir keine Aussagen über den Wert der Szintigraphie während der ersten Tage und jenseits der 5. Woche machen.

Tabelle 41: Ergebnisse der Szintigraphie bei Patienten mit Verschluß oder Stenose der A. cerebri media.

Anzahl	+	(+)	-
11	6 (55 %)	5 (45 %)	-

Wir erreichten somit bei Verschlüssen oder Stenosen der Arteria cerebri media eine sehr hohe Trefferrate von fast 55 %. Zusammen mit den fraglich positiven Befunden konnten wir alle Encephalomalacien nachweisen. Die hohe Treffsicherheit kann dadurch bedingt gewesen sein, daß alle Patienten in der für eine szintigraphische Untersuchung günstigen Zeit zwischen 1. und 5. Woche zur Untersuchung gekommen waren.

Malacien als Folge embolischer Verschlüsse anderer größerer Hirngefäße.

Während bei den Carotisverschlüssen und Mediaverschlüssen die Ursache der Gefäßverlegung nicht immer zu ermitteln war, haben wir uns die Gruppe mit sicheren Hirnembolien herausgegriffen, um hier den Wert der Szintigraphie bei plötzlichen Verschlüssen zu eruieren.
Es wurden 8 Patienten untersucht.

Tabelle 42: Ergebnisse der Szintigraphie bei Patienten mit Hirnembolie.

Anzahl	+	(+)	-
8	2 (25 %)	2 (25 %)	4 (5o %)

In zwei Fällen speicherten die malazischen Bezirke sehr intensiv und zwar einmal mit mehr bandförmigen und einmal mit mehr oval umschriebenen Mustern. In beiden Fällen war die szintigraphische Untersuchung zwischen der 2. und 3. Krankheitswoche durchgeführt worden.

Die zwei fraglich positiven Befunde waren zwischen der 5. und der 6. Woche nach dem akuten Ereignis angefertigt worden.

Die negativen Szintigramme hatten alle ein Zeitintervall von mehreren Monaten.

Wir konnten keinen Patienten unmittelbar nach dem embolischen Verschluß untersuchen. Anreicherungen der Gegenseite konnten wir nicht beobachten.

Malacien als Folge einer Verlegung größerer Gefäße.

Zusammenfassung:

Wir konnten Malazien mit Verlegung größerer Gefäße zusammen mit den fraglich positiven Befunden in 72 % der Fälle nachweisen. Über ähnlich gute Ergebnisse berichteten auch WAXMANN und Mitarbeiter (1965); GLASGOW und Mitarbeiter (1965); FEINDEL und Mitarbeiter (1964); MC CORMACK und NEWTON (1966).

Der Zeitpunkt nach Symptomenbeginn hat bei der szintigraphischen Untersuchung eine erhebliche Bedeutung. (WILLIAMS und BEILER (1966), WILCKE (1966), DE ROO (1967)).
Aus unseren Untersuchungen geht hervor, daß die szintigraphische Untersuchung von schweren Malazien vorwiegend in der zweiten Woche nach Krankheitsbeginn bis hin zur 5. Woche pathologische Befunde erbringt. Ableitungen in der ersten und jenseits der 5. Woche bringen meist fraglich positive oder negative Ergebnisse. Die szintigraphische Untersuchung in der ersten Woche kann bei mehr plötzlichen Verschlüssen wegen der verminderten Durchblutung der Herdseite zu vorgetäuschten Anreicherungen der Gegenseite führen.

Wie bei den intracerebralen Hämatomen gezeigt, sind Verlaufsuntersuchungen ein ausgezeichnetes Verfahren, Blutungen von Tumoren abzugrenzen.
Der Grad der Anreicherung entspricht sehr häufig Grad III.

Das Intensitätsmuster ist in den meisten Fällen mehr band- oder streifenförmig, wandelt sich aber mit den Regenerationsvorgängen. Es kann zunächst einen mehr diffusen Charakter haben, geht dann in ein bandförmiges oder streifenförmiges Muster über und kann schließlich

entsprechend dem malazischen Areal unscharf umschrieben sein.

Die folgende Tabelle faßt die Ergebnisse der anderen Untersuchungsmethoden bei Verschlüssen oder Stenosen größerer Gefäße zusammen.

Tabelle 43: Untersuchungsergebnisse bei 44 Patienten mit größeren Encephalomalacien (in Prozent):

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	39	56	5
ECHO	-	21	79
RÖNTGEN-NATIV	5	1o	85
ANGIOGRAPHIE	97	3	-
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	keine Aussage möglich		
SZINTIGRAPHIE	42	32	26

Die Zusammenstellung zeigt die hohe Treffsicherheit der Angiographie, die umso höher zu bewerten ist, da nur angiographisch die Ursache einer Malazie, - nämlich Verschluß eines Gefäßes - exakt nachgewiesen werden kann. Die Aussagekraft der Isotopenuntersuchung entspricht in etwa der des Elektroencephalogrammes, wobei allerdings festzustellen ist, daß in nicht wenigen Fällen Mediaverschlüsse charakteristische Bilder hervorrufen können.

Hier ist dann die Diagnose bereits nach der Isotopenuntersuchung zu stellen. Die Nativaufnahme gibt nur in 5 % Hinweise auf ein Gefäßleiden. Es handelt sich dabei um Kalkablagerungen in den Wänden größerer Gefäße.

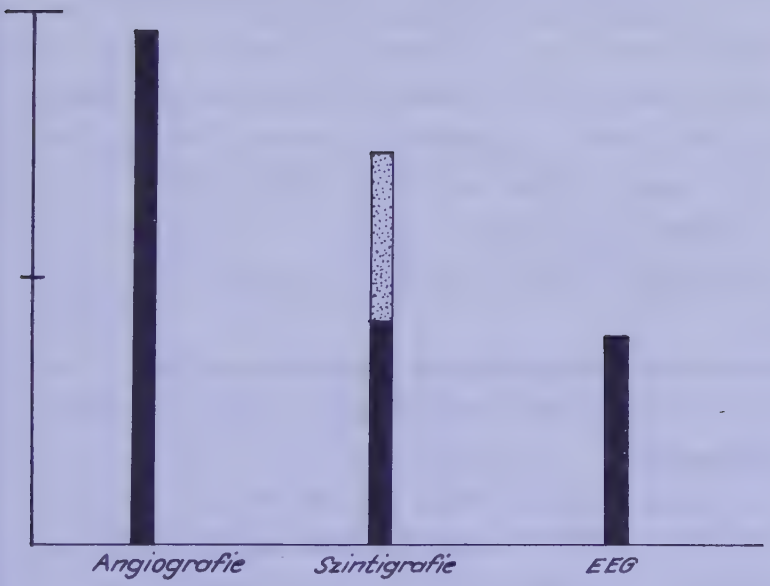


Abb. 8: Der Wert von Angiographie, Szintigraphie und Elektroencephalographie bei Malacien nach Verlegung größerer Gefäße (pathologische Befunde).

Malacien ohne objektivierbaren Verschluß eines Gefäßes.

Wir konnten 122 Patienten mit Malacien und damit verbundenen ausgedehnteren neurologischen Ausfällen untersuchen.

Tabelle 44: Ergebnisse der Szintigraphie bei Malacien ohne objektivierbaren Gefäßverschluß, aber größeren neurologischen Ausfällen.

Anzahl	+	(+)	-
122	33 (27 %)	18 (15 %)	71 (58 %)

Als Ursache für derartige Malacien müssen überwiegend thrombotische Prozesse bei einer Hirnarteriosklerose angenommen werden.

Bei 33 Patienten fanden wir im Szintigramm pathologische Anreicherungen. In 18 Fällen kam es zu fraglich pathologischen Schrankenstörungen. Bei 71 Patienten fehlten jegliche Anreicherungen.

Die Anreicherungen waren meist Grad III oder Grad IV. Das Anreicherungsmuster war in den meisten Fällen unscharf, wenig umschrieben oder mehr diffus. Band- oder streifen-

förmige Anreicherungen waren selten zu beobachten. Auch hier schlüsselten wir das Zeitintervall zwischen Krankheitsbeginn und der szintigraphischen Untersuchung auf. Das Ergebnis zeigen die Abbildungen 9, 1o, 11. Die Abbildung 9 schlüsselt den Zeitintervall bei den pathologischen Befunden auf. Die Graphik zeigt eindrucksvoll, daß pathologische Befunde bei Malacien am ehesten in der 2. oder 3. Woche zu erhalten sind, Mit größer werdendem Zeitintervall wurde die Wahrscheinlichkeit, pathologische Befunde im Szintigramm zu erhalten, immer geringer. Grenzbefunde konnte man bis zur 6. Woche bekommen, wobei das Maximum jenseits der 5. Woche lag (Abb. 1o). Die negativen Szintigramme (Abb. 11) hatten ein deutliches Maximum jenseits der 6. Woche.
Die Tatsache, daß in allen 4 von uns definierten Zeitabschnitten sowohl positive, fraglich positive als auch negative Befunde zu erheben waren, erklärte sich aus dem verschiedenen Grad der Hirnerweichung und ihrer unterschiedlichen Größe und Lage.

Beeindruckend für die Wichtigkeit des Zeitintervalles ist die folgende Tabelle, die wir durch Verlaufsbeobachtungen gewannen:

Tabelle 45: Ergebnisse von Verlaufsuntersuchungen bei 9 Patienten mit einer Encephalomalacie.

Patient	Symptome seit	Scan.	Befund nach	Scan.
M.W.	3 Wo	pos.	7 Wo	neg.
W.K.	3 Wo	pos.	5 Wo	neg.
W.P.	2 Wo	pos.	9 Wo	neg.
M.W.	2 Wo	Grenzbef.	4 Wo	pos.
R.A.	1 Wo	pos.	4 Wo	neg.
S.G.	2 Wo	pos.	8 Wo	neg.
T.F.	4 Wo	pos.	16 Wo	neg.
R.J.	2 Wo	pos.	8 Wo	neg.
L.A.	1 Wo	pos.	4 Wo	neg.

Die in der zweiten bis dritten Woche gefundene pathologische Anreicherung verschwand also mit größerem Zeitabstand.

Die Tabelle 46 vergleicht die Ergebnisse der anderen Untersuchungsmethoden. Die Szintigraphie ist hier anderen neurologischen Untersuchungsverfahren überlegen.

Tabelle 46: Ergebnisse anderer Untersuchungsmethoden bei 122 Patienten mit Encephalomalacien ohne objektivierbaren Verschluß (in Prozent):

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	26	52	22
ECHO	-	5	95
RÖNTGEN-NATIV	6	17	77
ANGIOGRAPHIE	19	44	37
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	-	-	-
SZINTIGRAPHIE	27	15	58

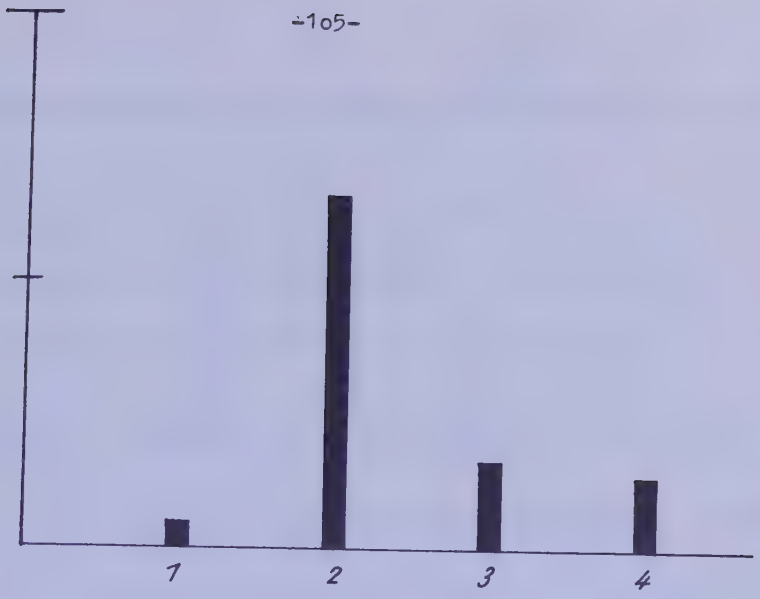
Wir konnten somit bei größeren Malacien (Malacien I) mit Einbeziehen der fraglich positiven Befunde eine Trefferrate von 42 % erreichen. Dabei waren 15 % der Befunde nur unter Zuhilfenahme der klinischen Unterlagen als pathologische zu werten.

Die Angaben in der Literatur sind recht unterschiedlich. Über gelegentliche Anreicherungen berichteten BUCY UND CIRIC (1965), AFIFI und Mitarbeiter (1965). OVERTON III und Mitarbeiter (1965) hatten eine Trefferrate von 4o %, WAXMANN und Mitarbeiter (1965) wiesen von 2o Fällen 17 Herdbildungen im Szintigramm nach, RHOTON jr. und Mitarbeiter (1966) in 25 von 99 Fällen. Eine Trefferrate von 5o % erreichten GLASGOW und Mitarbeiter (1965), ebenfalls MORRISON und Mitarbeiter (1964/65). SCHNEIDER (1966) berichtete über eine Nachweisbarkeit von 4o %.

DE ROO (1967) konnte bei 5 Patienten 3 pathologische Szintigramme ableiten.

Auch hier spielte das Zeitintervall zwischen Symptomenbeginn und szintigraphischer Untersuchung eine wichtige Rolle (OVERTON III und Mitarbeiter (1965), WILCKE (1966), VAN ECK (1966), CASTELLI und Mitarbeiter (1967), GLASGOW und Mitarbeiter (1967), MOLINARI und Mitarbeiter (1967), BROWN und Mitarbeiter (1967), SCHMIDT-WITTKAMP (1968)).

Da die Schädigung eines Hirnareals und somit die Ausdehnung der Malacie nicht immer klinisch objektivierbare Größen sind, fanden wir eine leichte Streuung der Befundqualitäten über verschiedene Zeitintervalle hinaus. Grenzbefunde konnten wir bis zur 6. Woche beobachten, mit einem Maximum in der 6. Woche. Jenseits der 6. Woche erhielten wir fast immer negative Befunde. Positive Befunde bei Malacien schwerer Art bekamen wir am ehesten in der 2. oder 3. Woche nach Symptomenbeginn. (Tab. 45). (Abb. 9,1o,11).



1 1. Woche

2 2. u. 3. Woche

3 4. - 6. Woche

4 um 6 Wochen

Abb. 9: Pathologische Befunde bei Malacien II nach Zeitintervall aufgeschlüsselt.

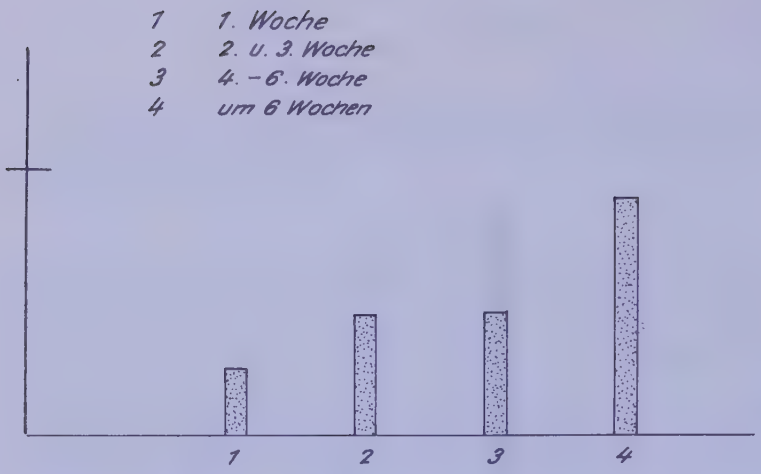


Abb. 10: Fraglich pathologische Befunde bei Malacien II nach Zeitintervall aufgeschlüsselt.

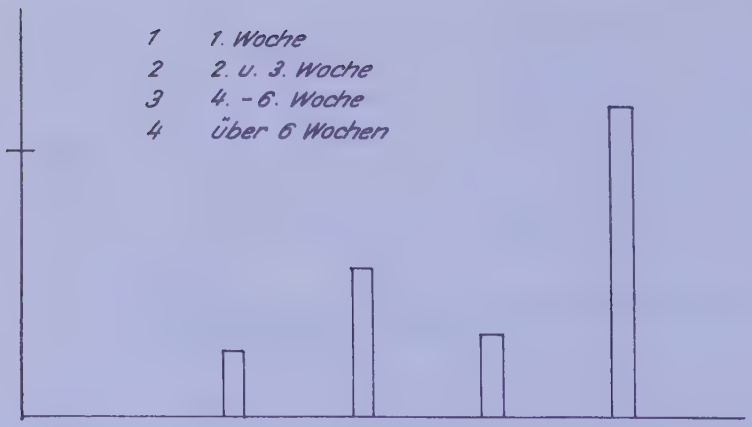


Abb. 11: Negative Befunde bei Malacien II nach Zeitintervall aufgeschlüsselt.

Malacien leichterer Art: Cerebrale Durchblutungsstörungen.

In dieser recht großen Erkrankungsgruppe kam es zu nur leichteren neurologischen Ausfallserscheinungen. Die Patienten klagten über Kopfschmerzen, Schwindel, Vergeßlichkeit und Nachlassen der geistigen Spannkraft.

Tabelle 47: Ergebnisse der szintigraphischen Untersuchung bei Malacien leichterer Art.

Anzahl	+	(+)	-
243	12 (5 %)	31 (13 %)	197 (82 %)

3 Szintigramme waren nicht auszuwerten.

Bei nur 12 Patienten kam es zu einer pathologischen Anreicherung. Diese lag zwischen Grad III und Grad IV. Das Intensitätsmuster war unscharf, diffus und mehr gestreut, bei zwei Patienten aber umschrieben.

Wir konnten hier kein Zeitintervall festlegen, da es sich in der Mehrzahl der Fälle um ältere Patienten mit längerer Symptomatik handelte ohne akute Verschlimmerung in der letzten Zeit. Häufig war es zu rezidivierenden flüchtigen

Ausfällen gekommen. Gelegentlich handelte es sich um Folgezustände nach Malacien leichterer Art.

Die Auswertung erbrachte keine konkreten Anhaltspunkte, ließ aber daran denken, daß die Größe einer Malacie eine wichtige Bedeutung für die szintigraphische Nachweisbarkeit hat.

Ein Vergleich mit anderen Untersuchungsmethoden war hier nicht sinnvoll. Angiographie und Pneumencephalographie wurden selten durchgeführt. Die angiographischen Befunde deuteten auf diffuse Gefäßprozesse bei Arteriosklerose, die wenigen pneumencephalographischen Befunde erbrachten atrophische Veränderungen.

Gefäßleiden ungeklärter Ursache.

Häufig kann die Klinik neurologische Krankheitsbilder zwar als Gefäßprozesse einordnen, ohne jedoch die Ursache derartiger Gefäßleiden näher analysieren zu können. Aus dieser Krankheitsgruppe haben wir 57 Patienten untersucht.

Tabelle 48: Ergebnisse der Szintigraphie bei Gefäßleiden unklarer Ursache.

Anzahl	+	(+)	-
57	9 (16 %)	16 (28 %)	32 (56 %)

Die Anreicherungen waren bei 7 Patienten in allen Ableitungen sichtbar. Der Intensitätsgrad lag bei Grad III. Das Intensitätsmuster war in einem Fall umschrieben, sonst gestreut oder gelegentlich streifenförmig.
Die Patienten kamen zum überwiegenden Teil der Fälle zur Abklärung anderer Befunde (z.B. Elektroencephalographie).
Eine Bestimmung des Zeitintervalles war auch hier nicht möglich.

Wir konnten somit in 16 % (+ 28 %) der Fälle mit der Szintigraphie gewisse Hinweise geben, die eine cerebrale Schädigung objektivierten.
Anreicherung und Intensitätsmuster erlaubten jedoch keine Aussage über die Art der Schädigung. Sie waren nur als Schrankenstörung ungeklärter Ursache zu werten. Dabei kann es sich um entzündliche, malacische oder andere cerebrale Schädigungen handeln.

Entzündliche Gefäßprozesse.

Während wir bei Gefäßleiden unklarer Ursache in wenigen Fällen entzündliche pathogenetische Faktoren verantwortlich machen durften, haben wir es in dieser Erkrankungsgruppe mit sicher entzündlichen Gefäßveränderungen zu tun.

Tabelle 49: Ergebnisse der Szintigraphie bei entzündlichen Gefäßprozessen.

Anzahl	+	(+)	-
5	2 (4o %)	1 (2o %)	2 (4o %)

Bei 3 Patienten kam es zu Anreicherungen, in 2 Fällen bei einer Endarteriitis obliterans.
Die Anreicherungen waren unscharf und mehr diffuser Art. Die beiden negativen Befunde waren 8 Wochen nach Krankheitsbeginn, nachdem die Symptomatik schon abgeklungen war, abgeleitet worden. In diesem Stadium hatten sich aber auch schon die entzündlichen Gefäßveränderungen zurückgebildet.

Interessant schien uns, daß beide Fälle einer Endarteriitis zu Anreicherungen im Szintigramm führten, so daß man vermuten darf, daß auch entzündliche Veränderungen zu Anreicherungen führen können.

Gefäßmißbildungen.

1. Hämangiome.

Bei den Hämangiomen ist das Arteriensystem durch ein Konvolut verhältnismäßig weiter Gefäße mit den venösen Abflüssen unmittelbar verbunden. Über diesen Kurzschluß

mit großem Gesamtquerschnitt werden zum Teil erhebliche Blutmengen in das Venensystem geführt. Der große Gesamtquerschnitt bedingt eine starke Anreicherung von Blut und deshalb eine relative Anhäufung von Tracersubstanzen.
Wir konnten 16 Patienten mit Hämangiomen untersuchen.

Tabelle 5o: Ergebnisse der Szintigraphie bei Patienten mit angiomatösen Veränderungen des Gehirns.

Anzahl	+	(+)	-
16	11 (69 %)	2 (12 %)	3 (19 %)

In dieser Erkrankungsgruppe sind Angiome mit Blutungen nicht enthalten. Diese wurden in Verbindung mit intracerebralen Blutungen besprochen und dort ausgewertet.

Bei 13 Patienten kam es zu Anreicherungen im Szintigramm. Die Anreicherungen waren in allen Ableitungen zu sehen, in der Mehrzahl der Fälle war sie umschrieben, sonst mehr unscharf. Die abgebildete Intensität erreichte Grad III, in zwei Fällen war sie jedoch stark (Grad II).

Die Angiome waren bevorzugt in parietalen und temporalen Hirnabschnitten lokalisiert, ein Angiom lag occipital. Bei einem Patienten brachten angiomatöse Veränderungen bei STURGE-WEBER-Erkrankung pathologische Anreicherungen.

Die negativen Szintigramme betrafen ein links temporal gelegenes Angiom, das 1948 bestrahlt worden war und sich jetzt angiographisch nur noch durch eine früh abführende Vene nachweisen ließ; in 2 Fällen angiomatöse Veränderungen bei STURGE-WEBER-Syndrom.

Bei der EEG-Ableitung wurden nur umschriebene Theta-Delta-Aktivitäten und Krampfpotentiale als exakt pathologisch gewertet.

Tabelle 51: Untersuchungsergebnisse bei 16 Patienten mit angiomatösen Hirnveränderungen (in Prozent):

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	6o	23	17
ECHO	14	21	65
RÖNTGEN-NATIV	15	3o	55
ANGIOGRAPHIE	93	7	-
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	keine Aussage möglich		
SZINTIGRAPHIE	69	13	18

Arteriovenöse Mißbildungen waren somit infolge hoher Blut- und damit hoher Isotopenanreicherung szintigraphisch gut nachweisbar. Mit den fraglich positiven Befunden erreichten wir eine Trefferrate von 82 %.

Schon 1963 konnte PLANIOL Angiome mit der Digitalmethode zu 87 % nachweisen.
SCHNEIDER (1966) lokalisierte Angiome zu 4o %.
DE ROO (1967) konnte in allen 4 untersuchten Fällen Angiome nachweisen.
Dagegen erreichte OVERTON III und Mitarbeiter eine Trefferrate von nur 27 %.

Über ähnliche Ergebnisse berichteten: MERCHIE und MOUCHETTE 1962 (die Untersuchungen wurden mit der PLANIOL'schen Digitalmessung vorgenommen);
OJEMANN und Mitarbeiter 1965 (Positronenstrahler);
CASTELLI 1967, BUCY und CIRIC 1965.

Nach den Beobachtungen von BULL (1965) spielt die Größe des Angioms für die Nachweisbarkeit eine wichtige Rolle. So können sich kleine Angiome dem Nachweis entziehen.

Da in unserem Beobachtungsmaterial 2 Angiome stark anreicherten, dazu noch ein umschriebenes Intensitätsmuster hatten, kann die Abgrenzung von Meningeomen Schwierigkeiten bereiten.

2. Aneurysmen (ohne Blutung).

Wie bei den Hämangiomen kommt es auch bei den Aneurysmen zu größerer Blutansammlung und damit zu einer relativen Anreicherung von Radionukliden. Bei der Auswertung dieser Erkrankungsgruppe wurden alle Aneurysmen mit Blutungen ausgeschlossen, da diese schon in der Gruppe der Hämatome ausgewertet wurden.

Tabelle 52: Ergebnisse der Szintigraphie bei Aneurysmen der Hirngefäße.

Anzahl	+	(+)	-
6	-	2	4

Bei den fraglich positiven Anreicherungen handelte es sich um ein Aneurysma der Carotis interna und um ein Aneurysma der Arteria communicans anterior.
Beide Befunde kamen nur in der anterioren - posterioren Ableitung zur Darstellung. Die Anreicherung war nur schwach.

Interessant in diesem Zusammenhang war, daß ein Patient auf Grund eines angiographisch diagnostizierten Aneurysmas einer Operation zugeführt wurde. Auch im Szinti-

gramm war es bei diesem Patienten zu einer Anreicherung gekommen, die aber nicht dem angiographischen Befund entsprach. Die Operation konnte kein Aneurysma verifizieren, dagegen einen infarzierten Bezirk, der im Szintigramm zur Darstellung gekommen war.

Die Tabelle 53 gibt einen Überblick über die Ergebnisse anderer Untersuchungsmethoden, die wegen des geringen Beobachtungsmaterials nicht prozentual ausgewertet wurden.

Tabelle 53: Untersuchungsergebnisse bei 6 Patienten mit Aneurysmen der Hirngefäße.

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	1	3	2
ECHO	-	-	6
RÖNTGEN-NATIV	-	1	5
ANGIOGRAPHIE	5	-	1 (falsch positiv)
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	wurde nicht durchgeführt		
SZINTIGRAPHIE	-	2	4

Aneurysmen stellen sich gewöhnlich im Szintigramm nicht dar (MERCHIE und MOUCHETTE 1962 GEG, CASTELLI und Mitarbeiter 1967, WENDE 1963 GEG und RIHSA).

Erst wenn sie ein größeres Ausmaß erreicht haben, sind sie szintigraphisch nachzuweisen. CASTELLI und Mitarbeiter (1967) postulierten einen Mindestdurchmesser von 2 cm.
Wir glauben deshalb, daß die positiven Befunde anderer Untersucher durch größere Aneurysmen bedingt waren.

PLANIOL (1961) erreichte mit der Digitalmethode eine Trefferrate von 48 %, PLANIOL (1963) konnte von 13 Aneurysmen 3 lokalisieren.
OVERTON und Mitarbeiter (1965) bekamen von 7 Aneurysmen 3 pathologische Anreicherungen. SCHNEIDER (1966) sprach von einer Nachweisbarkeit zu etwa 4o %. DE ROO (1967) wies in 2 von 3 Fällen Aneurysmen nach.

ZUSAMMENFASSUNG:
Gefäßleiden und ihre Nachweisbarkeit im Szintigramm.

Blutungen, Malacien, entzündliche Gefäßveränderungen und Gefäßmißbildungen können szintigraphisch erfaßt werden.

In unserem Beobachtungsmaterial konnten wir mit den fraglich pathologischen Befunden zu 37 % einen Hinweis auf eine cerebrale Schädigung geben (Tab. 54, 55, 56, sowie Abb. 12).

DE ROO (1967) konnte 42 % der cerebralen Erkrankungen nachweisen, CASTELLI und Mitarbeiter (1967) zu 39 %. GLASGOW und Mitarbeiter (1967) erreichten eine Trefferrate von 4o %.

Während Blutungen (Abb. 12) zu 39 % exakt, unter Zuhilfenahme der klinischen Unterlagen in 66 % der Fälle, zu lokalisieren waren, konnte bei Malacien leichter und schwerer Art eine Nachweisbarkeit von 16 % (+ 19 % fraglich pathologischer Befunde) erreicht werden. Schlüsselten wir die Malacien auf in solche von leichter oder schwerer Schädigung (Malacien I und Malacien II), so erzielten wir bei schweren Malacien (Malacien I) eine Trefferrate von 31 % (+ 19 % fraglich positiver Befunde), also insgesamt 5o %. Malacien leichterer Art (Malacien II) waren dagegen nur zu 7 % exakt zu lokalisieren, in 19 % der Fälle kam es zu Grenzbefunden. (Abb. 12, sowie Tabelle 56).

Sehr gute Ergebnisse hatten wir bei den Hämangiomen ohne Blutung. 69 % der Hämangiome konnten wir lokalisieren, 12 % wurden als fraglich positiv eingestuft. Aneurysmen ohne Blutung konnten wir nicht nachweisen.

Von 5 sicher entzündlichen Gefäßveränderungen kam es bei 2 Patienten zu sicher pathologischen Anreicherungen.

Wie bei den Tumoren hat die Größe des nachzuweisenden Herdes auch hier eine wichtige Bedeutung. Kleinere Malacien und Aneurysmen entziehen sich dem Nachweis (CASTELLI und Mitarbeiter (1967)).

Entsprechend den Befunden bei Hirntumoren, daß Neoplasmen umso besser szintigraphisch zu erfassen sind, je höher der Grad ihrer Vaskularisation ist, fanden wir auch bei Hämangiomen eine hohe Trefferrate. Hämangiome stellen ein Konvolut verhältnismäßig weiter Gefäße dar, was eine relative Anreicherung von Tracersubstanzen bedingt. Kleinere angiomatöse Veränderungen bei Sturge-Weber-Erkrankung waren nur bei einem Patienten nachzuweisen.

Sehr wichtig in der szintigraphischen Diagnostik cerebraler Gefäßprozesse war das Zeitintervall zwischen Symptomenbeginn und Untersuchung mit Radionukliden. Subarachnoidalblutungen erbrachten pathologische Befunde, wenn die Untersuchung in den ersten beiden Wochen nach dem akuten Ereignis durchgeführt worden war. Intracerebrale Blutungen waren am besten zwischen dem 4. und dem 14. Tag nachzuweisen. Nach 2 Wochen kam es nur noch

zu fraglich positiven Befunden, später durchgeführte Untersuchungen blieben negativ.
Auch subdurale Blutungen waren nach der ersten Woche am besten nachzuweisen, die Nachweisbarkeit dehnte sich hier jedoch bis zur 4. oder der 6. Woche aus. Als Fixpunkt und damit als Bezugspunkt für das Zeitintervall bestimmten wir das Einsetzen symptomreicher Zeichen nach einem eventuellen freien Intervall.

Die Abhängigkeit vom Zeitintervall bewiesen eindrucksvoll die Verlaufsuntersuchungen bei Malacien. Malacien bei Verschlüssen größerer Gefäße reicherten vorwiegend in der zweiten Woche nach Symptomenbeginn an. Jenseits der 5. und 6. Woche konnten wir keine pathologischen Szintigramme mehr erhalten. In diesem Zeitraum kam es anfangs zu fraglich pathologischen, dann zu negativen Befunden.
Sehr frühzeitig angefertigte Szintigramme konnten bei Verschlüssen größerer Gefäße wegen der Mangeldurchblutung der Herdseite zu vorgetäuschten Anreicherungen der Gegenseite führen.
Bei Malacien ohne objektivierbaren Gefäßverschluß lag ebenfalls das Maximum der pathologischen Szintigramme in der 2. bis 3. Woche. Es kam dabei zu einer Streuung der Ergebnisse über verschiedene Zeitabschnitte hinaus.

Wir führten dies auf unterschiedliche Anastomosenbildung zurück in Gebieten, die durch langsam stenosierende Prozesse immer weniger durchblutet werden.

Die Intensitätsmuster waren recht unterschiedlich ausgeprägt. Frische Blutungen neigten zu diffusen Anreicherungen, nahmen dann aber in Verbindung mit Regenerationsvorgängen ein umschriebenes Muster an. Nach unseren Untersuchungen haben subdurale Hämatome häufig eine sichelförmige Anreicherung. Dieses Muster kann aber, wie wir nachgewiesen haben, nur bedingt als charakteristisch gelten. Stenosen und Verschlüsse führen häufig zu mehr streifenförmigen oder bandförmigen Anreicherungsmustern in Nähe der Schädelkalotte, vor allem in der 2. und auch 3. Woche nach Symptomenbeginn.

Bei Malacien beobachteten wir unscharf umschriebene und diffuse Speicherungen. Zu diffusen Speicherungen kam es auch bei entzündlichen Gefäßveränderungen. Hämangiome dagegen kamen in umschriebener Form zur Darstellung.

Die abgebildete Intensität lag sehr häufig bei Grad III oder IV. Sie erreichte aber bei Hämangiomen

Grad II und war in der Abgrenzung von Meningeomen zu berücksichtigen.
Aus den verschiedenen Anreicherungsgraden und Intensitätsmustern geht hervor, daß aus dem Szintigramm keine exakte Differentialdiagnose zwischen Tumor- und Gefäßprozess abzuleiten ist. Bei sichelförmigen, band- oder streifenförmigen Anreicherungen liegt der Verdacht auf einen Gefäßprozeß nahe, muß aber durch andere Untersuchungsmethoden verifiziert werden. Als bestes differentialdiagnostisches Mittel zur Abklärung von Tumoren und Gefäßleiden erwiesen sich die Verlaufsuntersuchungen.

Über die Ergebnisse anderer Untersuchungsmethoden informieren die Tabellen 55, 57, 58, 59 und die Abbildungen 13, 14, 15. Während die Angiographie bei Hämatomen, größeren Gefäßverschlüssen und -stenosen und bei Aneurysmen das einzige diagnostische Verfahren darstellt, auch die Ursache aufzufinden, versagt sie bei andersartigen Gefäßleiden. Hier kann die Szintigraphie cerebrale Läsionen aufdecken und lokalisieren, wie bei leichteren Malacien und entzündlichen Veränderungen.

Erkrankungsgruppe	Anzahl	+	(+)	−	
Subarachnoidal-blutung	13	2	3	8	
intracerebrale Blutung	22	11	7	4	
Subdurale Blutung	9	4	2	3	
Malacien bei Carotisverschluß	25	10	7	7	1 Scans nicht auswertbar
bei Stenose oder Verschluß der Media	11	6	5	–	
bei Hirnembolie	8	2	2	4	
andere Malacien	122	33	18	71	
Malacien II u. Durchblutungsstör.	243	12	31	197	3 Scans nicht auswertbar
Gefäßleiden ungeklärter Ursache	57	9	16	32	
entzündliche Gefäßleiden	5	2	1	2	
Hämangiome	16	11	2	3	
Aneurysmen	6	–	2	4	
Zusammen:	531	102	96	329	
	100 %	19 %	18 %	63 %	

u. 4 Scans, die nicht auszuwerten waren

Tabelle 54: Die Ergebnisse der szintigraphischen Untersuchung bei Gefäßleiden.

Tabelle 55: Untersuchungsergebnisse bei Gefäßprozessen (allgemein) in Prozent:

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	22	57	21
ECHO	6	7	87
RÖNTGEN-NATIV	9	9	82
ANGIOGRAPHIE	46	24	3o
SZINTIGRAPHIE	19	18	63

Tabelle 56: Ergebnisse der Szintigraphie bei Gefäßprozessen (in Prozent):

Erkrankungsgruppe	+	(+)	-
BLUTUNGEN	39 %	27 %	66 %
MALAZIEN I	31 %	19 %	5o %
MALAZIEN II	7 %	19 %	74 %
ENTZÜNDLICHE PROZESSE	4o %	2o %	4o %
MISSBILDUNGEN	5o %	18 %	32 %
1. Hämangiome	69 %	13 %	28 %
2. Aneurysmen	-	34 %	66 %

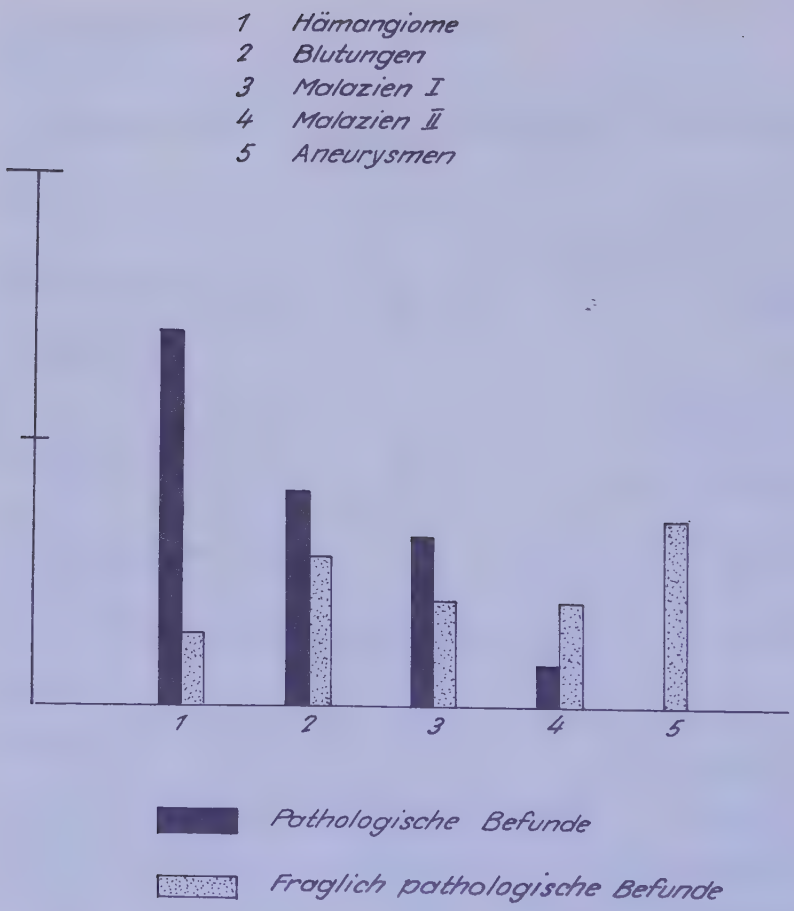


Abb. 12: Die Ergebnisse der Szintigraphie bei primären Gefäßprozessen nach Erkrankungsgruppen aufgeschlüsselt.

Methode	+	(+)	-
EEG	65	19	16
Angiografie	92	3	5
Szintigrafie	39	27	66

Tabelle 57: Die Ergebnisse von Angiographie, Elektroencephalographie und Szintigraphie (in Prozent) bei Blutungen.

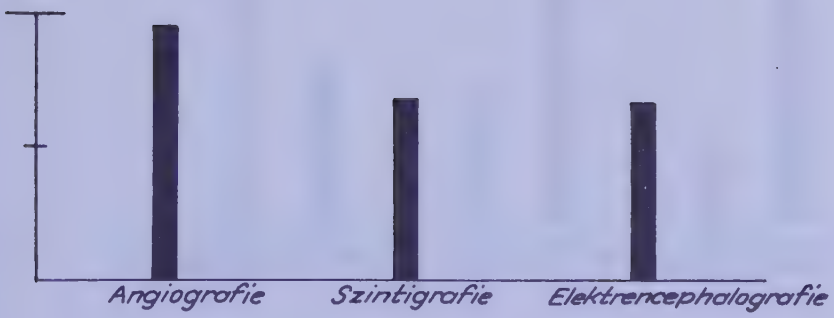


Abb. 13: Die Ergebnisse von Angiographie, Elektroencephalographie und Szintigraphie bei Blutungen.

Bei der Szintigraphie wurden die pathologischen und fraglich pathologischen Befunde zusammengefaßt, da auch fraglich pathologische Anreicherungen cerebrale Läsionen lokalisieren können.

Methode	+	(+)	-
EEG	30	16	54
Angiografie	51	29	20
Szintigrafie	31	19	50

Tabelle 58: Die Ergebnisse von Szintigraphie, Angiographie und Elektroencephalographie (in Prozent) bei schweren Malacien (Malazie I).

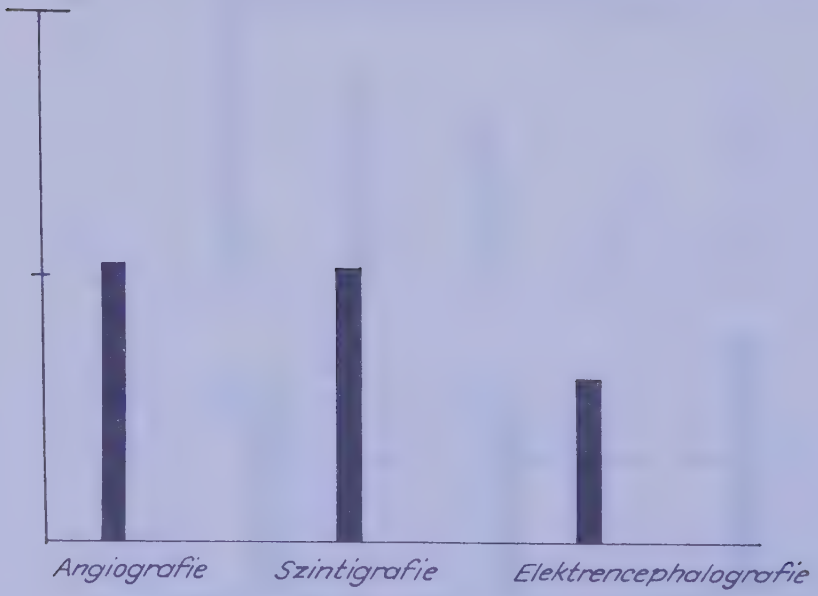


Abb. 14: Die Ergebnisse der Szintigraphie, Angiographie und Elektroencephalographie bei Malacien schwerer Art (Malacien I).

Bei der Szintigraphie wurden pathologische und fraglich pathologische Befunde zusammengefaßt, da auch fraglich pathologische Anreicherungen cerebrale Läsionen lokalisieren können.

Methode	+	(+)	-
EEG	9	65	26
Angiografie	15	33	52
Szintigrafie	7	19	74

Tab. 59: Die Ergebnisse der Szintigraphie, Angiographie und Elektroencephalographie (in Prozent) bei Malacien leichterer Art (Malacien II).

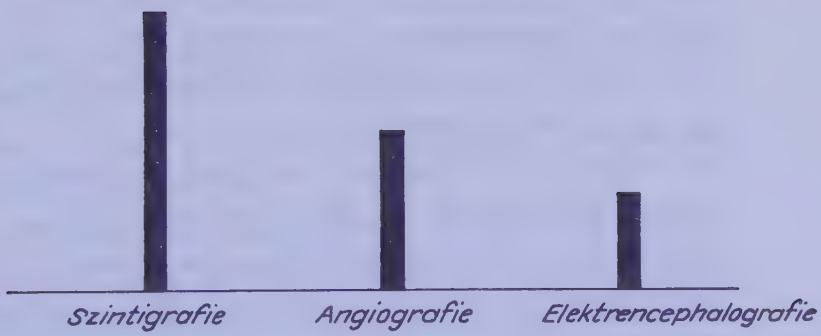


Abb. 15: Die Ergebnisse der Szintigraphie, Angiographie und Elektroencephalographie bei Malacien leichterer Art (Malacien II).

Bei der Szintigraphie wurden pathologische und fraglich pathologische Befunde zusammengefaßt, da auch fraglich pathologische Anreicherungen cerebrale Läsionen lokalisieren können.

C. Die Hirnszintigraphie bei andersartigen neurologischen Erkrankungen.

Man wird immer wieder bei dem Studium der einschlägigen Literatur auf den Hinweis stoßen, daß bei der Szintigraphie häufig falsch positive Befunde die exakte Beurteilung eines Szintigrammes verbieten.
Wir halten den Begriff "falsch positiv" für nicht zutreffend. Es gibt bei der Szintigraphie nur pathologische oder negative Befunde. Hinzu kommen Befunde, die nur unter Zuhilfenahme von Anamnese und klinischen Unterlagen auszuwerten sind. Wir bezeichneten diese Befunde als fraglich positiv oder als Grenzbefunde. Anreicherungen im Szintigramm weisen immer auf eine pathologische Vaskularisierung, auf eine pathologische Beeinflussung der Gefäßpermeabilität, oder auf beides zusammen hin.
Die Störung der Gefäßpermeabilität kann eine Reihe von Ursachen haben. Nicht nur Tumoren, wie besonders am Beispiel Glioblastom gezeigt, sondern auch andere Erkrankungen, die das morphologische Substrat Gefäßwand im Sinne einer gesteigerten Permeabilität beeinflussen, können zu Anreicherungen im Szintigramm führen.
Deshalb unterzogen wir alle Szintigramme von Patienten, deren Leiden nicht durch Tumoren oder primäre Gefäßprozesse verursacht wurden, ebenfalls einer näheren Analyse. Wir glauben nämlich, daß dies für die Gesamtbeurteilung der Szintigraphie von Wichtigkeit ist.

Hirnabszesse.

Hirnabszesse führen zu verschiedenartigen klinischen Bildern und Verlaufsformen. Häufig ahmen sie die Symptomatik von Hirntumoren nach.

Tabelle 6o: Ergebnisse der Szintigraphie bei Hirnabszessen.

Anzahl	+	(+)	-
5	4	-	1

In 4 von 5 Fällen kam es zu Anreicherungen im Szintigramm. Die Anreicherungen waren meist umschrieben, die abgebildete Intensität lag bei Grad III.
Das Zeitintervall bei den pathologischen Szintigrammen betrug etwa 3 Wochen.
Der Abszess, der keine Anreicherung im Szintigramm erbrachte, war im rechten Temporalbereich lokalisiert. Die szintigraphische Untersuchung war 7 Wochen nach Symptomenbeginn durchgeführt worden.

Die Tabelle 61 gibt einen Überblick über die Ergebnisse anderer Untersuchungsmethoden:

Tabelle 61: Untersuchungsergebnisse bei 5 Patienten mit einem Hirnabszeß. (Symbolerklärung s. Fußnote S. 24).

Untersuchungsmethode	+	(+)	-
EEG	2	2	1
ECHO	2	1	2
RÖNTGEN-NATIV	-	1	4
ANGIOGRAPHIE	4	1	-
PNEUMENCEPHALOGRAPHIE	-	-	-
SZINTIGRAPHIE	4	-	1

Nach der Tabelle 61 erreichten Angiographie und Szintigraphie eine gleich hohe Trefferrate und waren damit den anderen Routineuntersuchungsmethoden überlegen.

Wir konnten in 4 von 5 Fällen Hirnabszesse lokalisieren. OVERTON III und Mitarbeiter (1965) wiesen in 2 von 3 Fällen Abszesse nach, DUGGER und PEPPER (1963) bei 2 Patienten. BULL (1965) erreichte in seinem Krankengut eine Trefferrate von 1oo %. DE ROO (1967) hat eine Nachweisbarkeit von 87 % mitgeteilt.

Die umschriebene Abbildung und der relativ gut speichernde Herd bereiteten Schwierigkeiten in der differentialdiagnostischen Abgrenzung von Tumoren und intracerebralen

Hämatomen.
MEALEY jr. und Mitarbeiter (1964) berichteten über identische Resultate bei Hirntumoren, Abszessen und intracraniellen Hämatomen.

Syphilitische Erkrankungen.

Wir konnten 12 Patienten mit einer syphilitischen Erkrankung szintigraphisch untersuchen.

Tabelle 62: Ergebnisse der Szintigraphie bei syphilitischen Hirnerkrankungen. (Symbolerklärung s. Fußnote S. 24).

Anzahl	+	(+)	-
12	-	5 (42 %)	7 (58 %)

Dabei erhoben wir bei 5 Patienten einen fraglich positiven Befund. Es war zu diffusen Anreicherungen gekommen ohne sichere Abgrenzung. Trotzdem war die abgebildete Intensität so schwach, daß eine eindeutige Zuordnung nicht möglich war.
Eine Beziehung zum Zeitpunkt der Ableitung konnten wir nicht herstellen.

Wir glauben jedoch, daß die Lues in Verbindung mit entzündlichen und degenerativen Veränderungen zu Schrankenstörungen führen kann und damit zu einer schwächeren Anreicherung im Szintigramm. Wann diese Schrankenstörung am ausgeprägtesten und szintigraphisch zu diagnostizieren ist, vermögen wir noch nicht zu beurteilen.

Bakterielle Meningitiden und Meningitiden bei Nachbarschaftsprozessen sowie Folgezuständen.

Bakterielle Meningitiden sind gekennzeichnet durch eine starke leukozytäre Infiltration der weichen Hirn- und Rückenmarkshäute. Hinzukommen entzündliche Veränderungen an den Gefäßen der Pia mater und im Bereich der Ventrikelwandungen.

Tabelle 63: Ergebnisse der Szintigraphie bei Meningitiden.

Anzahl	+	(+)	-
21	1 (5 %)	15 (79 %)	3 (16 %)

Der pathologische Befund kam als unscharf umschriebene Anreicherung im Gebiet der Sella zur Darstellung. Die abgebildete Intensität lag zwischen Grad III und Grad IV.

Fraglich pathologische Anreicherungen waren nur in den anterioren - posterioren Ableitungen zu sehen. Die Lokalisation beschränkte sich auf frontobasale Hirnanteile.

Meningitiden lassen sich häufig mit Hilfe der Szintigraphie nachweisen. In der Mehrzahl der Fälle kommt es zu schwächeren diffusen Schrankenstörungen, deren Beurteilung erhebliche Erfahrung des Untersuchers voraussetzt.

Herpes Zoster.

Infektionen mit dem Herpesvirus können zu einer vorwiegend hämorrhagisch - nekrotisierenden Encephalitis führen. Daneben gibt es die Erscheinungen einer günstiger verlaufenden abakteriellen Meningitis.

Tabelle 64: Ergebnisse der Szintigraphie bei Herpes Zoster.

Anzahl	+	(+)	-
2	1	1	-

Ein Patient mit Herpes Zoster erbrachte einen pathologischen Szintigrammbefund. Die Anreicherung hatte ein unscharf umschriebenes Muster bei occipitaler Lokalisation. Der fraglich pathologische Befund ließ eine mehr diffuse Anreicherung in basalen Hirnteilen vermuten.

Beide Szintigramme waren 6 Wochen nach Symptomenbeginn angefertigt worden.

Weitere infektiöse Erkrankungen des ZNS.

In dieser Gruppe faßten wir Encephalitiden und abakterielle Meningitiden infektiöser Herkunft zusammen. Auch diese Erkrankungsformen gehen mit Reaktionen und Veränderungen des mesodermalen Gefäßsystems einher.

Tabelle 65: Ergebnisse der Szintigraphie bei anderen infektiösen Erkrankungen des ZNS.

Anzahl	+	(+)	-
	-	2	12

Wir beobachteten bei 14 Szintigrammen keine eindeutig pathologischen Befunde. Bei 2 Szintigrammen konnte man eine Anreicherung vermuten. In einem Fall war diese Anreicherung mehr diffuser Art, bei einem anderen Patienten hatte sie ein bandförmiges Muster. Wegen des geringen Beobachtungsmaterials konnten wir keine Korrelation zum Zeitintervall herstellen.

Die Auswertung dieser Szintigramme stellte erhebliche Anforderungen an den Untersucher.

Encephalitiden, wahrscheinlich nichtinfektiöser Herkunft.

Entsprechend dem Diagnosenschema faßten wir hier Encephalomyelitis disseminata, Neuritis optica unklarer Herkunft und cerebraler Morbus BOECK zusammen.

Tabelle 66: Ergebnisse der Szintigraphie bei Encephalitiden, wahrscheinlich nicht infektiöser Herkunft.
(Symbolerklärung s. Fußnote S. 24).

Anzahl	+	(+)	-
99	7 (7 %)	16 (16 %)	76 (76 %)

81 Patienten mit multipler Sklerose erbrachten in 5 Fällen pathologische Anreicherungen. In 15 Szintigrammen kam es zu fraglich pathologischen Intensitätsabbildungen. Cerebraler Morbus Boeck und Neuritis optica unklarer Herkunft untersuchten wir in 18 Fällen. Nur bei der Neuritis optica unklarer Herkunft kam es in 2 Fällen zu einer pathologischen Anreicherung. Bei einem Patienten war das Szintigramm fraglich pathologisch.

Überraschend für uns waren die Anreicherungen im Verlaufe einer Encephalomyelitis disseminata. Die Patienten waren in einem akuten Schub szintigraphisch untersucht worden. Ähnliche Beobachtungen hatten WILLIAMS und BEILER (1966) gemacht.

Wir glauben deshalb, daß auch die multiple Sklerose zu darstellbaren Schrankenstörungen führen kann. In dieser Richtung sprechen auch die histologischen Untersuchungen bei multipler Sklerose. Diese zeigen, daß die Entmarkungsherde durchweg um Gefäße angeordnet sind. Um die Gefäße kann man häufig entzündliche Infiltrate beobachten. Auch hier kann man deshalb annehmen, daß die sekundäre Schädigung einer Gefäßwand zu Anreicherungen - hier mehr diffuser Art - führen kann. Der unterschiedliche Grad der entzündlichen Gefäßveränderungen erklärt die unterschiedlichen Befundqualitäten.

Systematische Degenerationen des Nervensystems.

In dieser Erkrankungsgruppe beobachteten wir bei 13 untersuchten Patienten in 4 Fällen fraglich pathologische Befunde, die eine Schrankenstörung vermuten ließen.

Tabelle 67: Ergebnisse der Szintigraphie bei systematischen Degenerationen des Nervensystems.

Anzahl	+	(+)	-
13	-	4 (31 %)	9 (69 %)

Da die Ätiologie dieser Erkrankungsgruppe nicht sicher ist, fällt es schwer, die fraglich pathologischen Schrankenstörungen zu deuten. Häufig werden als auslösende Ursache dieser Erkrankung Infektionskrankheiten und Vergiftungen angeschuldigt. Ob diese Faktoren über eine Gefäßschädigung Grundlage für eine Anreicherung gewesen sind, vermögen wir nicht zu beurteilen.

Extrapyramidale Erkrankungen.

Ein Parkinson-Syndrom erbrachte einen fraglich positiven Befund mit multiplen schwächeren Anreicherungen.

Tabelle 68: Ergebnisse der Szintigraphie bei extrapyramidalen Erkrankungen.

Anzahl	+	(+)	-
12	-	1 (8 %)	11 (92 %)

Das geringe Beobachtungsmaterial erlaubt keine Aussagen.

Verletzungen des Gehirns, sowie deren Folgezustände.

Bei den gedeckten traumatischen Verletzungen des Gehirns kommt es je nach Schweregrad zu unterschiedlichen Schädigungen.
Bei größeren Kontusionsherden entwickelt sich in der Umgebung ein Oedem, das die Hirndurchblutung beeinträchtigt. Dies kann zu Erweichungen und diapedetischen

Hämorrhagien führen. Diese Faktoren sind ausreichend, um eine eventuelle Anreicherung im Szintigramm zu erklären.

Tabelle 69: Ergebnisse der Szintigraphie bei Hirnverletzungen.

Anzahl	+	(+)	-
39	2 (5 %)	5 (13 %)	32 (82 %)

Von 39 Patienten, die nach einem gedeckten Trauma untersucht werden konnten, fanden wir bei 2 Patienten pathologische und bei 5 Patienten fraglich pathologische Anreicherungen. Die Anreicherungen hatten einen unscharfen oder mehr diffusen Charakter, die Intensität erreichte Grad III.
Die szintigraphische Untersuchung war bei den Patienten mit pathologischen Befunden zu einer Zeit durchgeführt worden, die pathophysiologisch von einem Oedem gekennzeichnet war. Es handelte sich um schwere Contusiones.

Bei Einbeziehen der fraglich positiven Befunde erhielten wir eine Trefferrate von 18 %. Dabei wurden nur Contusiones ohne Blutung ausgewertet. Über Anreicherungen bei Contusiones berichteten OVERTON III et al. (1965),

WILCKE (1966), DE ROO (1967), WILLIAMS und BEILER (1966). Massive Anreicherungen lassen Contusiones mit intracerebralen Blutungen vermuten. Anreicherungen leichterer Art können auf eine einfache Contusio hindeuten.

Endokrine und vegetative Störungen.

Bei der szintigraphischen Untersuchung von 37 Patienten dieser Erkrankungsgruppe kam es in 6 Fällen zu fraglich pathologischen Anreicherungen. Da hier keine direkt faßbaren Gefäßstörungen postuliert werden können, fällt die Deutung derartiger Befunde schwer.

Kopfschmerzen.

Tabelle 7o: Ergebnisse der Szintigraphie bei Kopfschmerzen ungeklärter Ursache.

Anzahl	+	(+)	-
113	2 (1,8 %)	8 (7 %)	1o2 (91,2 %)

Von 113 Patienten, die wegen Kopfschmerzen als einzigem Symptom untersucht wurden, und bei denen eine schwere cerebrale Schädigung nicht angenommen werden konnte, kam es in 2 Fällen zu pathologischen, in 8 Fällen zu fraglich pathologischen Anreicherungen.

Die pathologischen Befunde hatten ein unscharfes, mehr diffuses Muster. In beiden Fällen war die Anreicherung mittel bis schwach. Die Klinik führte die Kopfschmerzen auf vasculäre Veränderungen zurück.
Die Mehrzahl der fraglich pathologischen Befunde fanden wir bei Kopfschmerzen, die durch chronischen Medikamentenabusus verursacht worden waren.

Menière-Syndrom.

Von 13 Patienten mit Menière'scher Erkrankung konnten wir in 7 Fällen fraglich pathologische Befunde beobachten. Die Anreicherung war nur schwach ausgeprägt. Bei einem Patienten war sie unscharf umschrieben, sonst mehr diffus. Bei 5 Patienten konnte eine Anreicherung nur in der sagittalen Aufnahme vermutet werden.

Epilepsien.

Während die Anfallssyndrome außerhalb der Epilepsie ohne pathologische oder fraglich pathologische Befunde blieben, konnten wir sowohl bei hirnorganischen Anfallsleiden ohne nachweisbare Ursache als auch bei symptomatischen Epilepsien gelegentlich Anreicherungen beobachten.

In der Gruppe der symptomatischen Epilepsien fanden wir bei 6 Patienten pathologische Szintigramme. Bei 3o Patienten konnte nur ein pathologischer Befund vermutet werden.

Tabelle 71: Ergebnisse der Szintigraphie bei symptomatischer Epilepsie.

Anzahl	+	(+)	-
245	6 (2 %)	3o (12 %)	2o9 (86 %)

Die Anreicherungen bei den pathologischen Szintigrammen waren unscharf umschrieben. Die Intensität lag bei Grad III.

In der Gruppe der genuinen oder offenbar symptomatischen Epilepsien untersuchten wir 53 Patienten. Wir konnten keine pathologischen Befunde beobachten. In 1o Fällen kam es zu fraglich pathologischen Anreicherungen.

Tabelle 72: Ergebnisse der Szintigraphie bei genuiner Epilepsie.

Anzahl	+	(+)	-
53	-	1o (2 %)	43 (98 %)

Andere neurologische Erkrankungen.

In dieser Gruppe faßten wir alle bisher nicht ausgewerteten neurologischen Erkrankungen zusammen. Dabei kamen 144 Szintigramme zur Auswertung.

Tabelle 73: Ergebnisse der Szintigraphie bei anderen neurologischen Erkrankungen.

Anzahl	+	(+)	-
144	8 (6 %)	29 (2o %)	1o7 (74 %)

Die pathologischen Szintigramme betrafen: Otitis media, Stauungspapille unklarer Genese, entzündlichen Exophthalmus, Facialisparese.
Die Anreicherungsmuster und Anreicherungsgrade waren uncharakteristisch.

ZUSAMMENFASSUNG:

Die Hirnszintigraphie bei neurologischen Erkrankungen außer Hirntumoren und primären Gefäßleiden.

Außer Neoplasien und primären Gefäßprozessen können auch andersartige neurologische Erkrankungen zu Anreicherungen im Szintigramm führen.

Wir konnten eine deutliche Beziehung zwischen Erkrankungen, die zu entzündlichen Gefäßveränderungen führen, und den Anreicherungen im Szintigramm herstellen.

Bei syphilitischen Erkrankungen, Meningitiden und Encephalitiden erhielten wir pathologische oder fraglich pathologische Befunde (Tab. 74).
In diese Richtung deuteten auch die Befunde bei multipler Sklerose. Hier konnten wir in akuten Schüben veränderte Szintigramme ableiten.

Bei diesen entzündlichen Erkrankungen ist es offenbar wichtig, daß die szintigraphische Untersuchung in einem floriden Krankheitsstadium durchgeführt wird.
Außer den entzündlichen Veränderungen führten stärkere Hirncontusiones, chronischer Medikamentenabusus, Kopfschmerzen vaskulärer Genese und symptomatische Epilepsien zu Anreicherungen im Szintigramm.

Hirncontusiones ließen sich bei einem stärkeren Oedem darstellen, chronischer Medikamentenabusus führte gelegentlich zu mehr flauen Anreicherungen, deren Deutung erhebliche Schwierigkeiten bereitete.

Die Anreicherungen bei symptomatischer Epilepsie konnten wir nicht deuten, eine Beziehung zum Zeitintervall ließ sich nicht herstellen. Die Anreicherungen sind als Schrankenstörungen zu bewerten, der Mechanismus, der zur Anreicherung führt, ist unbekannt.

In allen Fällen stellten diese Befunde erhebliche Anforderungen an den Untersucher. Die Auswertung bedarf einer größeren Erfahrung.

Eine Artdiagnose aus dem Anreicherungsbild konnte nicht gestellt werden. Mehr umschriebene Anreicherungen

ließen sich kaum von Anreicherungen dieser Art bei Tumoren oder primären Gefäßprozessen abgrenzen.

Der Wert der Szintigraphie war hier nur begrenzt. Trotzdem konnte dieses diagnostische Verfahren gewisse Hilfestellungen bei der Diagnose geben und cerebrale Lisionen lokalisieren, was mit anderen Untersuchungsmethoden nicht gelingt.

Erkrankungsgruppe	Anzahl	+	(+)	–
Syphilitische Erkrankungen	12	–	5	7
Meningitiden	21	1	15	3
Herpes zoster	2	1	1	–
andere infektiöse Erkrankungen des ZNS	14	–	2	12
Enzephalitiden	99	7	16	76
Systematische Degenerationen	13	–	4	9
Extrapyramidale Erkrankungen	12	–	1	11
gedeckte Verletzungen des Gehirns	39	2	5	32
endokrine u. vegetative Störungen	37	6	6	31
Kopfschmerzen	113	2	8	102
Meniere - Syndrom	13	–	1	6
andere neurologische Erkrankungen	144	8	29	107
Anfallssyndrome	6	–	–	6
symptomatische Epilepsie	245	6	30	209
hirnorganische Epilepsie	53	–	10	43
Zusammen:	823	27	139	645
		4%	17%	79%

3 Szintigramme waren nicht auszuwerten

Tabelle 74: Andersartige neurologische Leiden, aufgeschlüsselt nach den Erkrankungsgruppen.

D. Die Hirnszintigraphie bei psychiatrischen Erkrankungen.

Die Auswertung unserer 2.000 Hirnszintigramme erfaßte auch eine Reihe Patienten mit psychiatrischen Leiden.

Schizophrenie.

Bei 12 Patienten konnten wir in 2 Fällen einen pathologischen Befund vermuten. Die fragliche Anreicherung war schwach und mehr diffus.

Tabelle 75: Ergebnisse der Szintigraphie bei Schizophrenie.

Anzahl	+	(+)	-
12	-	2 (17 %)	1o (83 %)

Psychopathische Persönlichkeiten.

In der Gruppe "psychopathische Persönlichkeiten" und "abnorme Erlebnisreaktionen" untersuchten wir 57 Patienten mit Isotopen. Dabei kam es bei 2 Patienten mit der Diagnose "psychopathische Persönlichkeit" zu pathologischen Anreicherungen.

Tabelle 76: Ergebnisse der Szintigraphie bei Patienten mit der Diagnose "psychopathische Persönlichkeit".

Anzahl	+	(+)	-
26	2 (8 %)	4 (16 %)	2o (76 %)

Die Anreicherungen traten in allen Ableitungen hervor und waren einmal temporobasal und einmal im Bereich der hinteren Schädelgrube lokalisiert. Ob diese Anreicherungen in einem Zusammenhang mit der Erkrankung standen, konnten wir nicht abklären. Wir glauben aber, daß die Anreicherung eher auf einen Gefäßprozess deutete (= Nebenbefund). In die gleiche Richtung deutete auch das Alter der Patienten.

In der Erkrankungsgruppe "abnorme Erlebnisreaktionen" kam es bei einem Patienten zu einer erbsgroßen Anreicherung im rechten Kalottenbereich. Wir glauben nicht, daß dieser Befund in einem Zusammenhang mit der Erkrankung stand.

Tabelle 77: Ergebnisse der Szintigraphie bei Patienten mit der Diagnose "abnorme Erlebnisreaktion".

Anzahl	+	(+)	-
31	1	-	3o

Zyklothymien.

Bei 5o Patienten mit einer Zyklothymie fanden wir in 4 Fällen fraglich pathologische Befunde. Die vermuteten Anreicherungen waren schwach mit mehr diffusem Muster.

Tabelle 78: Ergebnisse der Szintigraphie bei Patienten mit einer Zyklothymie.

Anzahl	+	(+)	-
5o	-	4	46

Psychische Störungen bei Hirnprozessen im mittleren und höheren Lebensalter.

In dieser Erkrankungsgruppe faßten wir alle hirnatrophisch bedingten Störungen zusammen.

Tabelle 79: Ergebnisse der Szintigraphie bei Hirnatrophien.

Anzahl	+	(+)	-
38	4 (11 %)	12 (33 %)	21 (66 %)

1 Szintigramm war nicht auszuwerten.

Bei 4 Patienten kam es zu teils umschriebenen, teils multiplen oder diffusen Anreicherungen mittlerer Intensität. Die Anreicherungen waren uncharakteristisch. Wir konnten keine Beziehung zwischen Krankheitsbeginn und dem Termin der szintigraphischen Untersuchung herstellen.

Angeborener oder frühkindlich erworbener Schwachsinn.

Wir untersuchten in dieser Erkrankungsgruppe 20 Patienten. Bei einem 7 Jahre alten Jungen mit einem cerebralen Mißbildungssyndrom kam es zu einer etwa pflaumengroßen Anreicherung über der Sella.

Tabelle 8o: Ergebnisse der Szintigraphie bei angeborenen und frühkindlich erworbenen Schwachsinnsformen.

Anzahl	+	(+)	-
20	1	1	18

Intoxikationspsychosen.

A. Alkoholintoxikation.

Bei 9 Patienten kam es in 3 Fällen zu fraglich pathologischen Anreicherungen. Die Anreicherungen kamen entweder nur in der anterioren - posterioren, oder nur in der seitlichen Ableitung zur Darstellung.

Tabelle 81: Ergebnisse der Szintigraphie bei Patienten mit Alkoholintoxikation.

Anzahl	+	(+)	-
9	-	3	6

B. Chronischer Medikamentenabusus.

Auch die Untersuchung psychischer Störungen bei chronischem Medikamentenabusus erbrachte fraglich pathologische Befunde.

Tabelle 82: Ergebnisse der Szintigraphie bei Patienten mit chronischem Medikamentenabusus.

Anzahl	+	(+)	-
7	-	2	3

2 Szintigramme waren nicht auszuwerten.

Die fraglich pathologischen Ableitungen konnten in allen Ableitungen vermutet werden. Interessant war, daß alle Grenzbefunde im Szintigramm ein sehr auffälliges EEG hatten.

ZUSAMMENFASSUNG:

Psychiatrische Erkrankungen und ihre Nachweisbarkeit im Szintigramm.

Wir haben 192 Patienten mit psychiatrischen Leiden szintigraphisch untersuchen können (Tabelle 83). Bei 8 Patienten kam es zu pathologischen Anreicherungen im Szintigramm, in 4 Fällen davon bei hirnatrophischen Prozessen. Während man hier einen Zusammenhang zwischen Leiden und Anreicherung

vermuten kann, halten wir die Anreicherungen bei anderen psychiatrischen Leiden für Nebenbefunde, die wahrscheinlich durch pathologische Gefäßprozesse verursacht waren. In diese Richtung deutete auch das Alter dieser Patienten.
Bei 28 Patienten fanden wir fraglich pathologische Befunde. Über zwei Drittel dieser Befunde betrafen hirnatrophische Prozesse und Psychosen, die durch chronischen Alkohol- oder Medikamentenabusus verursacht waren. Hirnatrophische Prozesse verändern Stoffwechsel und Gefäßpermeabilität, ähnliches kann man bei Intoxikationspsychosen vermuten.

Insgesamt gesehen brachte die Szintigraphie bei psychiatrischen Erkrankungen gleich schlechte Ergebnisse wie die anderen Untersuchungsmethoden.

Mit den üblichen Apparaturen und Radionukliden können Stoffwechselstörungen, wie man sie bei psychiatrischen Leiden annimmt, nicht lokalisiert werden.

Erkrankungsgruppe	Anzahl	+	(+)	−
Schizophrenie	12	−	2	10
Zyklothymie	50	−	4	48
Psychopathische Persönlichkeiten	26	2	4	20
Abnorme Erlebnisreaktion	31	1	−	30
Hirnatrophische Prozesse	38	4	12	21
Angeborener od. frühkindl. erworb. Schwachsinn	20	1	1	18
Intoxikations-psychosen	15	−	5	9
Zusammen:	192	8	28	154
		4%	15%	81%

2 Szintigramme waren nicht auszuwerten

Tabelle 83: Die Ergebnisse der Szintigraphie bei psychiatrischen Leiden, nach Erkrankungsgruppen aufgeschlüsselt.

*) Symbolerklärung s. Fußnote S. 24.

III. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION

Die Szintigraphie in der neurologischen und psychiatrischen Diagnostik.

Wir unterzogen die fortlaufend registrierten Hirnszintigramme von 2.000 Patienten einer kritischen Analyse. Dabei handelte es sich um das Krankengut der Universitäts-Nervenklinik Homburg/Saar.

Als Radionuklide benutzten wir Hg^{203}, Hg^{197} und in einigen Fällen Tc^{99}, entsprechend der Einführung dieser Isotope in die neurologische Diagnostik. Die Szintigramme wurden mit dem PICKER - MAGNA - SCANNER III als Farbscans aufgezeichnet.

Als Grundmechanismus, der zu einer Anreicherung im Szintigramm führt, machten wir eine pathologische Vaskularisierung, eine Störung der Gefäßpermeabilität oder beides zusammen, verantwortlich. Nur mit dieser Hypothese konnten wir alle Anreicherungen erklären.

Bei 278 Patienten mit Hirntumoren fanden wir in 71 % der Fälle pathologische Befunde. In 11 % der

Fälle konnten fraglich pathologische Befunde nur unter Zuhilfenahme von Anamnese und klinischer Unterlagen als pathologisch eingestuft werden. Die Gesamttrefferrate lag somit bei 82 %.

Primäre Gefäßprozesse erbrachten zu 19 % exakt pathologische, zu 18 % fraglich pathologische Befunde. Die Gesamtnachweisbarkeit lag bei 37 %. Wenn wir zwischen Gefäßprozessen schwerer und leichter Art unterscheiden, so verschiebt sich die Trefferrate eindeutig zu Gunsten der Gefäßprozesse, die mit schweren Veränderungen einhergehen. Blutungen erbrachten zu 39 % pathologische und zu 27 % fraglich pathologische Anreicherungen. Schwere Malacien ließen sich zu insgesamt 5o % lokalisieren. Leichtere Malacien dagegen erbrachten nur zu 7 % pathologische Anreicherungen, in 19 % der Fälle mußten Anamnese und klinische Unterlagen herangezogen werden.
Hämangiome waren insgesamt zu 81 % nachweisbar, Aneurysmen ohne Blutung entzogen sich dem Nachweis. Außer Tumoren und primären Gefäßprozessen führten auch andersartige neurologische Leiden zu Anreicherungen im Szintigramm. Wir stellten eine deutliche Beziehung fest zwischen Erkrankungen, die mit entzündlichen Gefäßveränderungen einhergingen, und der

szintigraphischen Darstellbarkeit. Daneben beobachteten wir Anreicherungen, deren Anreicherungsmechanismus ungeklärt blieb.
Auch psychiatrische Leiden erbrachten gelegentlich Anreicherungen im Szintigramm. Einen ursächlichen Zusammenhang zwischen Leiden und Anreicherung konnten wir nicht herstellen. Wir stuften derartige Anreicherungen als Nebenbefunde ein und führten sie auf Gefäßveränderungen zurück.

Für die Darstellung cerebraler Läsionen kam drei Faktoren eine wichtige Bedeutung zu:

1. Speicherrate eines Herdes,
2. seine Lokalisation, und
3. seine Größe.

1. Speicherraten waren abhängig von Vaskularisation und dem Grad der Gefäßpermeabilitätsstörung.

2. Läsionen, die in basalen Bereichen und in der hinteren Schädelgrube lagen, waren nicht immer zu erfassen. Die gut speichernden Pneumatisationsräume und die Muskulatur überlagerten cerebrale Herde und waren deshalb nicht immer voneinander abzugrenzen.

3. Erst wenn speichernde cerebrale Läsionen eine bestimmte Größe erreicht haben, die von anderen

Untersuchern mit einem Mindestdurchmesser von 2 cm angegeben wird, kann die Gammastrahlung den umgebenden Hirnanteil durchdringen.

Während die Lokalisation ein nicht zu verändernder und festgelegter Faktor darstellt, kann man die beiden anderen Faktoren berücksichtigen. Speicherrate und Größe eines Herdes besitzen häufig eine progressive Tendenz und ändern sich proportional mit der Zeit. Wir versuchten, diese beiden Faktoren der szintigraphischen Diagnostik nutzbar zu machen.

Deshalb bestimmten wir den Zeitintervall zwischen szintigraphischer Untersuchung und dem Symptomenbeginn.

Bei einem schnell infiltrierend wachsenden Tumor, wie z.B. dem Glioblastoma multiforme, spielte dieser Zeitintervall keine so große Rolle. Benigne Neoplasien waren umso besser zu erfassen, je später die szintigraphische Untersuchung nach Symptomenbeginn lag.
Eine ungleich größere Bedeutung kam dem Zeitintervall bei den primären Gefäßprozessen zu.

Subarachnoidalblutungen erbrachten pathologische Befunde, wenn die Untersuchung in den beiden ersten Wochen nach dem akuten Ereignis durchgeführt wurde.

Intracerebrale Blutungen waren am besten zwischen dem 4. und 14. Tag nachzuweisen. Nach zwei Wochen kam es nur noch zu täglich pathologischen, später zu negativen Befunden.
Subdurale Blutungen waren nach der ersten Woche am besten nachzuweisen. Die Nachweisbarkeit dehnte sich hier jedoch bis zur 4. oder 6. Woche aus.

Die Abhängigkeit vom Zeitintervall bewiesen eindrucksvoll unsere Verlaufsuntersuchungen.

Malacien bei größeren Gefäßverschlüssen reicherten vorwiegend in der 2. Woche nach Symptomenbeginn an. Jenseits der 5. oder 6. Woche konnten wir keine exakt pathologischen Szintigramme erhalten.

Sehr frühzeitig angefertigten Szintigramme führten bei größeren Gefäßverschlüssen wegen der Mangeldurchblutung der Herdseite zu vorgetäuschten Anreicherungen der Gegenseite.
Bei leichteren Malacien lag das Maximum der Nachweisbarkeit in der 2. bis 3. Woche nach Symptomenbeginn.

Bei den andersartigen neurologischen Erkrankungen konnten wir in der Mehrzahl der Fälle nur dann pathologische Be-

funde erheben, wenn entzündliche Veränderungen in einem floriden Stadium untersucht wurden. In dieser Richtung sprechen unsere Befunde bei der multiplen Sklerose.

Der Grad der abgebildeten Intensität war bei allen Läsionen recht unterschiedlich ausgeprägt. Meningeome speicherten sehr stark. Aber auch Metastasen, Blutungen und Hämangiome führten zu stärkeren Anreicherungen. In der Mehrzahl der Fälle lag die abgebildete Intensität bei Grad III oder IV.

Das Intensitätsmuster erwies sich ebenfalls als eine uncharakteristische Größe. Meningeome besaßen ein scharf umschriebenes Verteilungsmuster. Aber auch bestimmte Metastasen, Blutungen in einem gewissen Organisationsgrad, Malacien und Hämangiome führten zu diesen Verteilungsmustern. Subdurale Blutungen kamen häufig in einer sichelförmigen Form zur Darstellung, Gefäßerkrankungen ließen öfters eine mehr streifen- oder bandförmige Anreicherung erkennen. Trotzdem waren diese Muster nicht als charakteristisch zu bezeichnen.

Eine Artdiagnose aus der abgebildeten Intensität und dem Verteilungsmuster zu stellen, war deshalb nur be-

dingt möglich. Nur bei den Meningeomen konnte man aus der sehr starken und scharf umschriebenen Speicherung eine Vermutungsdiagnose stellen. Sichel-, streifen- oder bandförmige Anreicherungen geben differentialdiagnostische Hinweise auf einen Gefäßprozess, erlaubten aber keine exakte Artdiagnose der vorliegenden cerebralen Läsion.

In allen Fällen fand die Auswertung eine erhebliche Erleichterung, wenn dem Untersucher Anamnese und klinische Unterlagen zur Verfügung gestellt werden. Nur mit diesen Unterlagen ließen sich gewisse Schrankenstörungen deuten. Die Trefferrate ließ sich dadurch um durchschnittlich 1o bis 15 % erhöhen.

Die Anreicherungen im Szintigramm sind zunächst als pathologische Schrankenstörungen zu werten, die in Verbindung mit klinischen Unterlagen und anderen Untersuchungsmethoden abgeklärt werden müssen.

Nach unserer Erfahrung stellt die Szintigraphie ein sehr wertvolles diagnostisches Verfahren dar, wenn größere morphologische Veränderungen vorliegen. Tumoren und primäre Gefäßprozesse unter Berücksichtigung des Zeitintervalles lassen sich mit der Szinti-

graphie ausgezeichnet erfassen. Hier kann die Szintigraphie wegen ihrer hohen Aussagekraft und wegen ihrer einfachen und risikolosen Durchführung die Methode der Wahl sein. Sie erlaubt, auch Läsionen, die mit der Angiographie nicht mehr zu erfassen sind, exakt zu lokalisieren. Darüberhinaus kann sie bei leichteren morphologischen Veränderungen wichtige diagnostische Hinweise geben, die von anderen Untersuchungsmethoden nicht zu erbringen sind.

Stoffwechselstörungen, wie man sie bei psychiatrischen Leiden annimmt, können mit den herkömmlichen Apparaturen und den üblichen Radionukliden heute noch nicht nachgewiesen werden.

IV. LITERATURVERZEICHNIS

1. ABBASSIOUN, K., A.E. WALKER, G.B. UDVARHELYI, and G.F. FUEGER: Critical evaluation of brain scan. Neurology (Minneap.) 16, 746 (1966)

2. AFIFI, A.K., R.R. MORRISON, A.L. SAHS, and T.C. EVANS: A comparison of chlormerodrin Hg-203 scintiencephaloscanning with neuroradiology and electroencephalography for the localization of intracranial lesions. Neurology (Minneap.) 15, 56 (1965)

3. ANGER, H.O.: Scintillation camera with multichannel collimators. J.Nucl.Med. 5, 515 (1964)

4. BAKAY, L.: Basic aspects of brain tumor localization by radioactive substances. J.Neurosurg. 27, 239 (1967)

5. BOUCEK, J., and V. KVICALA: Diagnosis of brain tumours with radio-isotopes (physical and technical problems). Csl.Neurol. 24, 41 (1961)

6. BRINKMAN, C.A., A.V. WEGST, and E.A. KAHN: Brain scanning with mercury ^{203} labeled neohydrin. J.Neurosurg. 19, 644 (1962)

7. BROWN, A., L. ZINGESSER, and L.C. SCHEINBERG: Radioactive mercury-labeled chlormerodrin scans in cerebrovascular accidents. Neurology (Minneap.) 17, 405 (1967)

8. BUCY, P.C., I.S. CIRIC: The diagnosis and localization of intracranial tumors with radio-active mercury (Hg 2o3) brain scanning. Arqu.Neuro-psiquiat. (S.Paulo) 22, 157 (1964)

9. BUCY, P.C., I.S. CIRIC: Value of radio-active brain scans in the diagnosis of brain tumors as compared with other methods. Acta neurochir.(Wien) 13, 113 (1965)

1o. BUCY, P.C., and I.S. CIRIC: Brain scans in diagnosis of brain tumors, scanning with chlormerodrin Hg 2o3 and chlormerodrin Hg 197. J.Amer.med.Ass. 191, 437 (1965)

11. BULL, J.: Localization of cerebral lesions by radioactive isotopes and ultrasound. Proc.roy.Soc.Med. (Lond.) 58, 1o51 (1965)

12. CASTELLI, A., P. PAOLETTI, R. VILLANI: Brain scan in cerebrovascular disease and tumours. Acta neurochir.(Wien) 17, 217 (1967)

13. CHIRO, G., di .: Risa encephalography and conventional neuroradiologic methods. A comparative study. Acta radiol.(Stockh.) Suppl. 2o1, 5 (1961)

14. DEISENHAMMER, E., R. HÖFER, und K. JELLINGER: Korrelation der Szintigraphie und Morphologie von Hirngeschwülsten. Ärztl.Forsch. 1o, 349 (1968)

15. DEREYMAKER, A., M. DE ROO, and G. DARDENNE: Study of real tissue concentration of radioactive tracers, used for the external detection of cerebral tumors. J.belg.Radiol. 5o, 69 (1967)

16. DUGGER, G.S., F.D. PEPPER: The reliability of radioisotopic encephalography. Neurology (Minneap.) 13, 1042 (1963)

17. ECK, J.H M. van: Clinical value of isotope encephalography. J.Neurol.Neurosurg.Psychiat. 29, 145 (1966)

18. FEINDEL, W., L. YAMAMOTO, D.L. MC RAE, and J. ZANELLI: Contour brain scanning with iodine and mercury compounds for detection of intracranial tumors. Amer.J.Roentgenol. 92, 177 (1964)

19. FEINDEL, W., and N. RUMIN: Comparison of radioactive iodinated serum albumin (RISA) and radioactive mercury for brain scanning. J.Neurosurg. 21, 1 (1964)

20. FRIEDMANN, G., u. O. WILCKE: Gegenüberstellung der serienangiographischen und szintigraphischen Ergebnisse bei 242 Hirntumoren. Acta radiol. (Stockh.),Diagn. 5, 774 (1966)

21. FUEGER, F., u. J.G. MC AFEE: Cerebral-Szintigraphie bei kraniellem Trauma. Fortsch.Röntgenstr.,Beih.166-169 (1966)

22. GERHARD, H., u. F. MUNDINGER: Biochemische Untersuchungen über Tumorspeicherung der zur Hirntumor-Diagnostik verwendeten Radioisotope. Ther.-Phys.Biol. 5, 118 (1966)

23. GLASGOW, J.L., R.D. CURRIER, J.K. GOODRICH, F.T. TUTOR: Brain scans at varied intervals following. J.Nucl.Med. 6, 902 (1965)

24. GLASGOW, J.L., R.D. CURRIER, J.K. GOODRICH, and F.T. TUTOR: Brain scans of cerebral infarcts with radioactive mercury. Radiology 88, 1086 (1967)

25. GOLDMANN, E.E.: Vitalfärbung am Zentralnervensystem. G. Riemen, Berlin 1913

26. GOODRICH, J.K., F.T. TUTOR, and O.G BALL: Isotope Encephalogram: Abstracts of Results. J.Mississippi Med.Assoc.4, 277 (1963)

27. GOODRICH, J.K., F.T. TUTOR: The isotope encephalogram in brain tumor diagnosis. J.Nucl.Med. 6, 541 (1965)

28. GROS, CH.M., E. SCHNEEGANS, A. WACKENHEIM, R. OBERSON, A.M.HAARSCHER: Examen scintigraphique des espaces péri-cérébraux et péri-médullaires. I.Scintigraphie de l'hématome sous-dural du nourrisson. J.Radiol.Electrol. 46, 453 (1965)

29. HAMPERL, H.: Lehrbuch der allgemeinen Pathologie und der pathologischen Anatomie. Springer, Berlin 1966

30. HARPER, P.V., K.A. LATHROP, R.J. MC CARDLE, G. ANDROS: The use of technetium - 99 m asa clinical scanning agent for thyroid, liver and brain. Med.Radioisotope Scanning Vol.II. Symp.Proc. IAEA (Wien), p. 33, (1964)

31. HEISER, W.J., J.L. QUINN III, W.V. MOLLIHAN: The crescent pattern of increased radioactivity in brain scanning. Radiology 87, 483 (1966)

32. HEISER, W.J., J.L. QUINN: Analysis of brain scan patterns in cerebral ischemia and astrocytoma. Arch.Neurol.(Chicago) 15, 125 (1966)

33. HOSSMANN, K.A., M. SCHRÖDER, u. W. WECHSLER: Das morphologische Substrat der Bluthirnschranke unter physiologischen und pathologischen Bedingungen. Verh.dtsch.Ges.Path. 49, 35o (1965)

34. ISFORT, A.: Spontane Hirnblutungen. Herausgeber: Schering-Werke, Berlin.

35. KAPLAN, [illegible]: Expérience d'un an de gammaencéphalographie dans un service de neurochirurgie. Ann.Radiol.(Paris) 5, 839 (1962)

36. LIN, J.P.T., N.E. CHASE, I.I. KRICHEFF: Microangiographic changes in the traumatized brain. Acta radiol.(Stockh.) Diagn. 5, 341 (1966)

37. LOEW, F., S. WÜSTNER: Diagnose, Behandlung und Prognose der traumatischen Hämatome des Schädelinneren. Acta neurochir.(Wien) Suppl. VIII (196o)

38. LONG, G.R., J.G. MC AFEE, and J. WINKELMANN: Evaluation of radioactive compounds for the external detection of cerebral tumors. Cancer Res. 23, 98 (1963)

39. MATTHEWS, C.M.E., G. MOLINARO: A study of the relative value of radioactive substances used for brain tumor localization and of the mechanism of tumor. Brit.J.exp.Pathol. 44, 26o (1963)

4o. MC CORMACK, K.R., T.H. NEWTON: Diagnosis of brain tumors. Calif.Med. 1o4, 267 (1966)

41. MEALEY, J.jr., J.R. DEHNER, and I.C. REESE: Clinical comparison of two agents used in brain scanning. J.Amer.med.Ass. 189, 26o (1964)

42. MERCHIE, G., R. MOUCHETTE: Exploration des lesions intracraniennes par les isotopes radio-actifs: la gamma-encephalographie. Acta clin. belg. 17, 284 (1962)

43. MOLINARI, F., F. PIRCHER, A. HEYMAN: Serial brain scanning using technetium in patients with cerebral infarction. Neurology (Minneap.) 17, 627 (1967)

44. MOORE, G.E.: Fluorescein as an agent in the differentiation of normal and malignant tissues. Science 1o6, 13o (1947)

45. MOORE, G.E.: Radioactive localization of brain tumors. J.Amer.Med.Ass. 137, 1228 (1948)

46. MOORE, G.E.: Use of radioactive diiodofluorescein in the diagnosis and lokalization of brain tumors. Science 1o7, 569 (1948)

47. MOORE, G.E., S.W. HUNTER, and L.A. FRENCH: The clinical use of Na-Fluorescein and radioactive Di-J131-Fluorescein in the localization of tumors of the nervous system. Minnesota Med. XXXI, 1o73 (1948)

48. MOORE, G.E., W.T. PEYTON, L.A. FRENCH, and W.W. WALKER: The clinical use of fluorescein in neurosurgery. J.Neurosurg. 5, 392 (1948)

49. MORRISON, R.T., A.K. AFIFI, M.W. VAN ALLEN, T.C. EVANS: Chlormerodrin scintiencephaloscanning for the detection and localization of non-neoplastic intracranial disease. J.Nucl.Med. 5, 345 (1964)

50. MORRISON, R.T., A.K. AFIFI, M.W. VAN ALLEN, T.C. EVANS: Scintiencephalography for the detection and localization of non - neoplastic intracranial lesions. J.Nucl.Med. 6, 7 (1965)

51. MUNDINGER, F., H. GERHARD: Untersuchungen über die Verteilung der zur Hirntumordiagnostik verwendeten Radioisotope in der Blutbahn, in experimentellen Tumoren u.menschl.Hirngeschwülsten. Acta neurochir.(Wien) 11, 398 (1964)

52. MUNDINGER, F.: The biological bases of the utilization of radioisotopes for gamma-encephalography. In: Radioisotopes et Affections du Système Nerveux Central. T.PLANIOL ed.S.73, Paris, Masson 1965

53. MUNDINGER, F.: Radio-Isotopen-Untersuchung des Gehirns. Acta neurochir. 13, 572 (1965)

54. MUNDINGER, F., A. ASAI: Ergebnisse der digitalen Gammaencephalographie bei Hirntumoren. Arch.Psychiat.Nervenkr. 21o, 297 (1967)

55. OJEMANN, R.G., S. ARONOW,+ W.H. SWEET: Scanning with positronemitting radioisotopes:aneurysm, arteriovenous malformation and intracerebral hemorrhage. J.Neurosurg. 22, 489 (1965)

56. OVERTON, M.C.III, T.P. HAYNIE, S.R. SNODGRASS: Brain scans in nonneoplastic intracranial lesions. J.Amer.med.Ass. 191, 431 (1965)

57. OVERTON, M.C. III, S.R. SNODGRASS, T.P. HAYNIE: Brain scans in neoplastic intracranial lesions. Scanning with chlormerodrin Hg 203 and chlormerodrin Hg 197. J.Amer.med.Ass. 192, 747 (1965)

58. PLANIOL, T.: Diagnostic des tumeurs cérébrales par les radioisotopes. Thérapie 12, 747 (1957)

59. PLANIOL, T.: Radioisotopes in neurology. World Neurol. 2, 153 (1961)

60. PLANIOL, T.: La gamma-encéphalographie. Rev.Prat.(Paris) 13, 3625 (1963)

61. PLANIOL, T., J. METZGER, M. DAVID: Intérêt de l'association gamma-encéphalographie-angiographie carotidienne pour le diagnostic de nature des néoformations intracraniennes sustentorielles. Neuro-chirurgie (Paris) 10, 23 (1964)

62. PLANIOL, T., M. SACHS: La gamma-encéphalographie. Neuro-chirurgie (Paris) 13, 23 (1967)

63. QUADBECK, G.: Drug influence on the barrier. Prog.Brain Research 29, 349 (1967)

64. QUADBECK, G.: Clinical importance of alterations in barrier. Prog.Brain Research 29, 343 (1967)

65. REID, W.B., H.E. JOHNS: An automatic brain scanner. Int.J.Appl.Rad.Isotopes 3, 1-7 (1958)

66. RICCABONA, G., P. SCHARFETTER: Untersuchungen über den Mechanismus der Bindung von 2o3-Hg-Chlormerodrin im Gehirntumor. 5.Jahrestagung Dtsch.Ges.Nuklearmed, Sept. 1967, Wien

67. RHOTON, A.L., A.M. CALLSSON, M.M. TER-POGOSSIAN: Posterior ing with chlormerodrin Hg 197 and chlormerodrin Hg 2o3. Arch.Neurol. (Chic) 1o, 369 (1964)

68. RHOTON, A.L.,jr., J. EICHLING, M.M. TER-POGOSSIAN: Metastatic tumors. Localization by radioisotope scanning. Neurology (Minneap.) 16, 264 (1966)

69. ROO, M.J.K. de: The reliability of cerebral scintigraphy for the detection of intracranial lesions. J.belg.Radiol. 5o, 424 (1967)

7o. SCHMUKLER, M., J.B. WORKMAN: The reliability of scintillation scanning for detection of intracranial lesions. J.Nucl.Med. 7, 252 (1966)

71. SCHMIDT-WITTKAMP, E.: Grenzen und Möglichkeiten der neuro-radiologischen Diagnostik von Hirntumoren. Saarl.Ärztebl. 2o, 238 (1967)

72. SCHMIDT-WITTKAMP, E.: Szintigraphische Untersuchungen cerebraler Läsionen. Zschr.M.T.A. Radiol. 1967: 841-844

73. SCHMIDT-WITTKAMP, E.: Szintigraphische Differentialdiagnose cerebraler Läsionen. Jahrestagung Dtsch.Ges.f.Neurochirurgie, Juni 1968, Göttingen

74. SCHMIDT-WITTKAMP, E.: Cerebrale Gefäßprozesse im Szintigramm. 49.Dtsch.Röntgenkongress, Hamburg, 1968

75. SCHMIDT-WITTKAMP, E.: Die Anwendung von Radioisotopen bei neurologischen Erkrankungen. 4.Fortbildungstagung f. Med.-techn.Assistentinnen, Heidelberg 1968

76. SCHMIDT-WITTKAMP, E., H. MEYERHOFF: Die Bedeutung der Szintigraphie für die Pädiatrische Neuro-radiologie. 65. Tagung d.Dtsch.Ges.Kinder-heilkunde, Wien 1967

77. SCHNEIDER, C.: Hirntumor-Nachweis mit Radio-isotopen. Dtsch.med.Wschr. 91, 454 (1966)

78. SCHNEIDER, C., H. PREVOT jr., T. TZONOS: Szintigraphie mit 2o3-Hg und 99mTc in der Diagnostik von Hirntumoren. Dtsch.med.Wschr. 93, 285 (1968)

79. SOLOWAY, A.H., S. ARONOW, C. KAUFMANN, J.F. BALCIUS, B. WHITMAN, J.R. MESSNER: Penetration of brain and brain tumor.VI.Radioactive scanning agents. J.nucl.Med. 8, 792 (1967)

8o. SODEE, B.D.: A new scanning isotope, Mercury - 197. J.nucl.Med. 4, 335 (1963)

81. STERN, H.S., D.A. GOODWIN, H.N. WAGNER, jr., H.H. KRAMER: Nucleonics 24. 1o, 57 (1966)

82. STERN, H.-S., D.A. GOODWIN, U. SCHEFFEL, H.N. WAGNER, jun. H.H. KRAMER: Nucleonics 25/2, 62-65 (1967)

83. SWEET, W.H., S. ARONOW, G.L. BROWNELL: External localization of intra-cranial lesions with radioactive isotopes. Schweiz.med.Wschr. 92, 1545 (1962)

84. TEFFT, M., M. JERVA, and D.D. MATSON: HG 197 chlormerodrin for brain scans in children. Amer.J.Roentgenol. 95, 921 (1965)

85. TÖNNIS W., SCHMIDT-WITTKAMP, E., W. WALLER: Die traumatischen intracraniellen Hämatome. Documenta Geigy.Series chirurgica Nr. 6, (1963)

86. WASSERMANN, A., F. KEYSSER, und M. WASSERMANN: Beiträge zum Problem: Geschwülste von der Blutbahn aus therapeutisch zu beeinflussen. Dtsch.med.Wschr. 37, 2389 (1911)

87. WAXMAN, H.J., D.K. ZIEGLER, S. RUBIN: Brain scans in diagnosis of cerebrovascular disease. Scanning with chlormerodrine Hg 203. J.Amer.med.Ass. 192, 453 (1965)

88. WENDE, S.: Ergebnisse der Hirntumordiagnostik mit radioaktiven Substanzen. Acta Radiol. 1, 972-980 (1963)

89. WENDE, S.: Technik und Wert der Gamma-Encephalographie. Fortschr.Röntgenstr. 98, 466 (1963)

90. WILCKE, O.: Isotopendiagnostik in der Neurochirurgie. Springer, Wien 1966

91. WILKINS, R.H., F.J. PIRCHER, G.L. ODOM: The value of postoperative brain scan in patients with supratentorial tumors. J.Neurosurg. 27, 111 (1967)

92. WILLIAMS, C.M., F. GARCIA-BENGOCHEA: Concentration of radioactive chlormerodrin in the fluid of chronic subdural hematoma. Radiology 84, 745 (1965)

93. WILLIAMS, J.L., D.D. BEILER: Brain scanning in nontumorous conditions. Neurology (Minneap.) 16, 1159 (1966)

94. WINKLER, C.: Fortschr.Röntgenstr., Sonderband Röntgenkongress 1964, p. 59.

95. YAMAMOTO, Y.L., W. FEINDEL, J. ZANELLI: Comparative study of radioactive chlormerodrin (Neohydrin) tagged with mercury 197 and mercury 203 for brain scanning. Neurology (Minneap.) 14, 815 (1964)

96. ZUM WINKEL, K., W. PIOTROWSKI, E. KLAR, und K.E. SCHEER: Nachweis und Lokalisation von Hirntumoren mit Radioneohydrin. Acta neurochir.(Wien) 14, 105 (1966)

Herrn Priv.-Doz. Dr.med. E. SCHMIDT-WITTKAMP
danke ich sehr herzlich für die freundliche
Überlassung des Themas und die stets hilfs-
bereite Unterstützung bei der Ausarbeitung
der vorliegenden Dissertationsschrift.

LEBENSLAUF

Am 2o. August 1942 wurde ich, Franz Engelbert Ohlmann, als Sohn des damaligen Bergmannes Franz Robert Ohlmann und seiner Ehefrau Katharina, geborene Schwindling, in Gronig / Kreis St.Wendel/Saar geboren. Dort besuchte ich sieben Jahre lang die Volksschule und anschließend acht Jahre das Staatliche Friedrich-Wilhelm-Gymnasium in Trier. Nach dem Abitur leistete ich einen einjährigen Wehrdienst in Ebern/Unterfranken ab.

Danach - im Sommersemester 1964 - begann ich an der Universität des Saarlandes mein Medizinstudium.
Am 26.1o.1966 bestand ich die ärztliche Vorprüfung und im Dezember 1969 das medizinische Staatsexamen, beides an der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes in Homburg/Saar.